Nicht f. d. Austausch

UNTERSUCHUNGEN ZUR
NÄHEREN KENNTNIS SCHÄDLICHER INSEKTEN
IN LANDWIRTSCHAFT UND GARTENBAU
AUS DEM INSTITUT FÜR LANDWIRTSCHAFTLICHE ZOOLOGIE
DER UNIVERSITÄT BERLIN
II. TEIL

ZUR KENNTNIS DER LEBENSWEISE UND PRAKTISCHEN BEDEUTUNG DER GEWÄCHSHAUSHEUSCHRECKE TACHYCINES ASYNAMORUS ADEL.

MIT 35 ABBILDUNGEN

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
GENEHMIGT VON DER
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT
DER
FRIEDRICH WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN
VON

WALDEMAR MADEL
AUS BERLIN-PANKOW

TAG DER MÜNDLICHEN PRÜFUNG: 9. 12. 1936
TAG DER PROMOTION: 31. 3. 1937

1937

N 15

Referenten:
Prof. Dr. H. von Lengerken
Prof. Dr. C. Zimmer

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderdruck aus
„Die Gartenbauwissenschaft", Band 11, Heft 2
(Verlag von Julius Springer, Berlin W 9)

N 15

Zur Kenntnis der Lebensweise und praktischen Bedeutung der Gewächshausheuschrecke Tachycines asynamorus Adel.

Mit 35 Abbildungen

Stoffverteilung.

Seite

I. Einleitung 85
II. Stellung in der Systematik 85
III. Angabe über die Heimat, Schädlichkeit bzw. Nutzen von Tachycines asynamorus Adel 86
IV. Methodik und Zucht 87
V. Morphologie 89
a) Morphologie der Imagines 89
b) Morphologie der Jugendstadien 91
c) Morphologie der Eier 93
VI. Biologie 94
a) Allgemeine Bemerkungen zur Züchtung von Tachycines asynamorus Adel 94
b) Ruhe und Bewegung 95
c) Nahrungsstoffe (unter Berücksichtigung von Fütterungsversuchen im Hinblick auf die Entwicklung), Freßakt, Kotablage 96
d) Bau des Kopfes (Mundwerkzeuge und Kopfskelett) 99
e) Der Darmtraktus 103
f) Kannibalismus 107
g) Fortpflanzungsbiologie 107
1) Der ♀ Geschlechtsapparat 107
2) Kopulation 114
3) Eiablage 115
h) Eiruhe, Schlüpfvorgang und Entwicklung der Jugendstadien 117
VII. Der Schadbereich und die Schädigungen von Tachycines asynamorus Adel im Rahmen eines Gartenbaubetriebes 122
VIII. Die Möglichkeiten einer Bekämpfung von Tachycines asynamorus Adel 124
IX. Zusammenfassung der Ergebnisse 126
X. Literaturverzeichnis 127

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535702_0013

I. Einleitung.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Laubheuschrecke Tachycines asynamorus Adel. und wurde unter Leitung von Professor *v. Lengerken* im Institut für landwirtschaftliche Zoologie der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin in den Jahren 1933—1934 und 1935 bis 1936 ausgeführt.

Für Literaturangaben und Hinweise bin ich den Herren Prof. Dr. *R. Heymons* (Berlin), Prof. Dr. *W. Ramme* (Berlin), Dr. *C. Boettger* (Berlin) und Prof. Dr. *H. H. Karny* (Graz) zu Dank verpflichtet. Herrn Dr. *H. Graf Vitzthum* (München) danke ich für die Angaben und Determination der in den Zuchten aufgetretenen Milben.

Die notwendige Verbindung zur Praxis wurde mir durch das dankenswerte Entgegenkommen der beiden Gartenbaubetriebe *Hermann Fasbender* (Berlin-Niederschönhausen) und *Johann Lamche* (Berlin-Heinersdorf) ermöglicht. In verständnisvoller Weise wurden mir die Warmhäuser für Beobachtungen, Aussaatversuche usw. jederzeit zugänglich gemacht.

II. Stellung in der Systematik.

Die Laubheuschrecke *Tachycines asynamorus Adel.* gehört innerhalb der Familie der Tettigoniidae zur Unterfamilie der Stenopelmatinae. Bis zum Jahre 1913 gingen die Ansichten über die Determination der Art auseinander. Ein Teil der Forscher vertrat den Namen Diestrammena marmorata de Haan (*Wolff, Felt, Nishikawa, Kitzenberg* u. a.), ein anderer dagegen nannte die Spezies Diestrammena unicolor Brunner. *Boldyrev* erkannte 1913, daß Diestrammena marmorata de Haan mit Tachycines asynamorus Adel. synonym ist und wies darauf hin, daß *Adelung* in Petrograd schon im Jahre 1902 die fragliche Tettigoniide als Tachycines asynamorus Adel. beschrieben hat.

III. Angabe über die Heimat, Schädlichkeit bzw. Nutzen von Tachycines asynamorus Adel.

Ebenso widersprechend wie die Namen sind auch die Angaben über die Herkunft von Tachycines asynamorus Adel. In Europa wie auch in Nordamerika ist diese Tettigoniide in die Gewächshäuser eingeschleppt worden, wie man aus den Angaben der entomologischen Zeitschriften einiger Staaten, namentlich Deutschlands, entnehmen kann. Die meisten Angaben (*Wolff*, *Hermann*, *Chopard*, *Ludwig* u. a.) stimmen dahingehend überein, daß diese Fremdlinge unserer Insektenfauna mit Zierpflanzenmaterial (Lilien, Cycadeen, Chrysanthemen usw.) aus Japan zu uns und den Nachbarstaaten gekommen sind und sich, einmal hier, dann als neues Mitglied der Adventivfauna weiter verbreitet haben.

Als einziger macht Adelung eine Ausnahme, indem er nach den Berichten eines Petersburger Gärtners mit Bestimmtheit annimmt, daß die Tachycines asynamorus Adel. mit Baumrindenstücken und daran haftenden Orchideen aus Centralamerika (Columbien) eingeschleppt worden sind.

Japanische Forscher haben unter den Tettigoniiden ihrer Heimat Tachycines asynamorus Adel. niemals aufgeführt, sondern lediglich Diestrammena marmorata de Haan, welche Nishikawa als Eiräuber des Seidenspinners (Bombyx mori L.) anführt.

Karny weist in seiner „Revision der Gryllacrinen" darauf hin, daß die Heimat in der Paläarktis zu suchen ist. Er berichtet von dem bemerkenswerten Fund im Gouvernement Viatka in Rußland, wo allerdings nur ein Exemplar in einem Nadelwald im Freien gefunden worden sein soll (*Tarbinsky*). Danach würde auch das europäische Rußland als Heimat geltend zu machen sein. Zum mindesten ist dieser Fund von Interesse, selbst wenn Ostasien die wirkliche Heimat sein sollte.

Außerdem liegen Fundorte aus China und Japan vor, und meines Erachtens ist nur durch die wechselnden Namen ein Durcheinander entstanden. Als ganz abwegig hält *Karny* die durch nichts gestützte Ansicht Adelungs, Centralamerika als Heimat anzugeben.

Hinweisen möchte ich noch auf die amerikanische Literatur, in der Tachycines asynamorus Adel. als Diestrammena japanica Blatchley (1920) auftaucht, was, wie *Karny* bemerkt, erstens unberechtigt und zweitens orthographisch falsch ist. Auf Grund ausgedehnter Sammlungen von Treibhaus-Raphidophorinen ist er der Ansicht, daß Diestrammena außerhalb Japans überhaupt nicht vorkommt.

In der Wiener Sammlung befinden sich Stücke aus Japan, die *Ebner* als Diestrammena marmorata determiniert hatte. *Karny* konnte die Bestimmungen berichtigen und die Identität mit Tachycines asyna-

morus Adel. mit Sicherheit feststellen. Durch mehrere Fundortangaben gestützt, hält *Chopard* Japan für die Heimat der Gewächshausheuschrecken.

Auch über das genaue Datum der Einwanderung in Deutschland herrschen in den sehr verstreuten Angaben verschiedene Ansichten. Unter ihnen ist die älteste Angabe das Jahr 1882 (*Kitzenberg*). Als nächster meldet *Ludwig* 1894 in Weida die Art, also 12 Jahre später, und 1896 in Greiz. Dann folgen die Jahre 1897 (*Möller, Ludwig*), 1899 (*Ludwig*), 1902 (*Adelung*), 1903 (*Wünn*) und 1906 (*Karrer*). In bezug auf die angeführten Daten muß ich ausdrücklich bemerken, daß es sich bei diesen Angaben um verschiedene Determinationen handelt. Die Annahme ist berechtigt, daß diese mit Tachycines asynamorus Adel. identisch sind.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich zunächst mit der Biologie von Tachycines asynamorus Adel., da auch in diesem Punkte die Angaben der Autoren weit auseinandergehen und in den meisten Fällen sich sogar völlig widersprechen. Außerdem aber wird versucht, die offenen Fragen im Hinblick auf die praktische Bedeutung der Heuschrecke zu beantworten.

Während manche Autoren von einem Schaden berichten, der in die Tausende gehen soll und daraus folgern, daß man dem „exotischen Schrecken" auf alle Fälle Einhalt gebieten müsse, hört man von den anderen das Gegenteil. Letztere sprechen auf Grund mehr oder weniger genauer Beobachtungen an gefangenen Tieren geradezu von einer Nützlichkeit der Einwanderer (*Wünn, Hahmann*).

Einige Stimmen wünschen sogar, Tachycines asynamorus Adel. gefördert zu sehen, da man in ihr eine wertvolle Stütze im Kampf gegen die übrige schädliche Kleinlebewelt des Gewächshauses sehen müsse. So tauchten seit dem Auftreten der Tachycines asynamorus Adel. immer wieder sehr gegenteilige Meinungen über Nutzen oder Schaden der *Gewächshausheuschrecken*, wie sie bald genannt wurden, auf.

IV. Methodik und Zucht.

Das Untersuchungsmaterial fing ich in Form von Jugendstadien und Imagines während des Frühjahrs in einer Berliner Großgärtnerei. Dort hielten sich die Tiere trotz vieler Bekämpfungsversuche bereits seit 8 Jahren in den Heizräumen unter Bohlen und in den Warmhäusern unter Stellagen auf (Abb. 1 auf S. 88).

Die Heuschrecken sind in der in Rede stehenden Gärtnerei nach den Angaben des Obergärtners besonders den Sämereien schädlich. Aus diesem Grunde stellte er auch schon seit mehreren Jahren passende selbstgebaute Gazekäfige über die Saatschalen, um die Keimlinge vor den Insekten zu schützen (Abb. 2 auf S. 88).

Die Tiere saßen zu Dutzenden in den dunkelsten Ecken so an der Unterseite der Stellagenplatten, daß der Körper nach unten hing, wie z. B. bei einer an der Decke sitzenden Spinne. Außerdem fand ich die Schrecken äußerst zahlreich unter

Abb. 1. Blick in ein Warmhaus. Rechts und links des zementierten Ganges die Stellagen, an deren Unterseite sich die Heuschrecken tagsüber aufhalten.

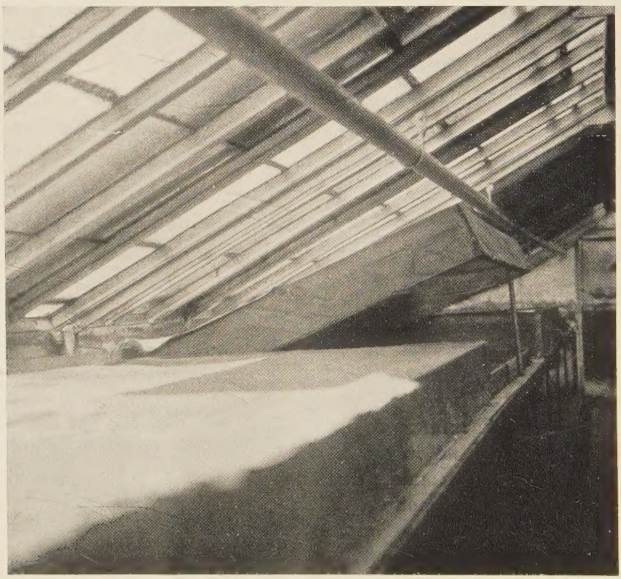


Abb. 2. Gazekästen (vorn links liegt zum Schutz gegen das Sonnenlicht Zeitungspapier auf der Gaze). Ein Kasten hochgestellt, um die darunter stehenden Saatschalen zu zeigen.

den Bohlen des Koksraumes in der Nähe der Heizung, wo sie sich vor allem am Tage aufhielten. Dichte Kotmengen an den Bohlen bewiesen, daß schon viele Generationen von den Tachycines diesen Platz bevorzugt hatten. Die verschiedensten Altersstufen fanden sich nebeneinander.

Um ihnen im Laboratorium möglichst ähnliche Lebensbedingungen zu schaffen, konstruierte ich ein großes Terrarium mit 8 Unterteilungen, deren Böden in Form von Zinkkästen herausziehbar waren. Sie ermöglichten das Füttern sowie die Kontrolle der Erde auf Feuchtigkeit, Eiablage, Konsistenz usw., ohne die Insassen unnötig zu beunruhigen, da diese in der oben beschriebenen Stellung an dem Gazedeckel der Einzelbehälter saßen.

Zur Isolierung und Aufzucht der jüngsten Stadien verwandte ich neben dem Terrarium vorübergehend Mäusezuchtgläser. Es waren zylindrische Gefäße von 20,5 cm Höhe und einem lichten Durchmesser von 15 cm bei 0,5 cm dickem Glase.

Um den Tieren die charakteristischen lebensgewohnten Ruhestellungen zu ermöglichen, stellte ich auf das Füllmaterial dieser Gefäße kleine Tischchen aus aufgerauhtem Zigarrenkistenholz. Die Oberseite der Tischplatte diente zugleich als Futterstelle. Dies hatte den Vorzug, die Tiere auch hier, ohne sie zu beunruhigen, mit Futter versorgen zu können, da sie sich ja am Tage an der Unterseite der Platte aufhielten.

Die Gläser wurden mit der gleichen, bei den Terrariendeckeln verwandten Drahtgaze verschlossen. Das Terrarium, die Aufzuchtgläser und die zur Aufbewahrung der Eier mit Erde gefüllten Glasschalen stellte ich in einen Wärmeschrank (Maße: 118 cm breit; 70 cm hoch und 76 cm tief), den schon *Saupe*[1] zur Zucht von Blabera fusca Br. und Pycnoscelus surinamensis L. benutzte.

Der Schrank wurde mit einer Kohlefadenlampe geheizt. Feuchtigkeit und Temperatur paßte ich den Gewächshausverhältnissen an. Stets war ich bedacht, beide Faktoren möglichst konstant zu halten. Zu diesem Zweck stellte ich in eine 10 cm hohe Schale mit einem Durchmesser von 30 cm eine Tonröhre (Drainröhre, 30 cm lang), in die von oben her die Kohlefadenlampe gehängt wurde. Die Schale füllte ich mit Wasser. Die von der Lampe erhitzte Tonröhre bewirkte ein gleichmäßiges Ausströmen der Wärme und ein stetes Verdunsten des Wassers. Auch erreichte ich durch diese Anordnung eine Herabsetzung der Leuchtkraft der Kohlefadenbirne zu einem schwach diffusen Lichtschein.

Die Fixierung des Untersuchungsmaterials erfolgte mit den Gemischen nach *Petrunkewitsch* und *Bouin*. Zur Erweichung des Chitins verwandte ich mit gutem Erfolg Diaphanol. Die Schnitte wurden mit Alauncarmin und Hämalaun-Eosin gefärbt. Die Zeichnungen fertigte ich zum Teil mit Hilfe des Netzokulares, die Schnittzeichnungen mit dem Zeichenapparat an. Für die Herstellung der meisten Aufnahmen danke ich Herrn Oberpräparator *Glasmacher* bestens.

V. Morphologie von Tachycines asynamorus Adel.

a) Morphologie der Imagines.

Morphologisch betrachtet, zeigt Tachycines asynamorus Adel., abgesehen vom Fehlen der Flügel, den charakteristischen Bau der Locustiden. Als typische Höhlenheuschrecken zeichnet sich diese Art durch völlige Flügellosigkeit aus, worin auch die Unfähigkeit der Tiere, Zirplaute zu erzeugen, ihre Begründung findet. Im Zusammenhang damit fehlen ihnen in den Tibien der Vorderbeine die bei den Locustiden dort sonst vorhandenen Tympanalorgane.

[1] *R. Saupe*, Z. angew. Entomol. **1929**, 463.

Auffallend sind bei beiden Geschlechtern die besonders langen Fühler. Trotz der verborgenen und nächtlichen Lebensweise besitzen sie auffallend große Facettenaugen. Bemerkenswert sind am Kopf noch die langen Maxillar- und kürzeren Labialtaster. Die Körperfarbe wird durch die hell- bis dunkelbraune und schwärzliche Marmorierung von Kopf, Thorax, Abdomen, sowie der Gliedmaßen bestimmt. Sie ist im Gegensatz zu den Jugendstadien kontrastreicher und dunkler. Von den Tergiten ist das erste Thorax-Tergit am größten. Es ist wie

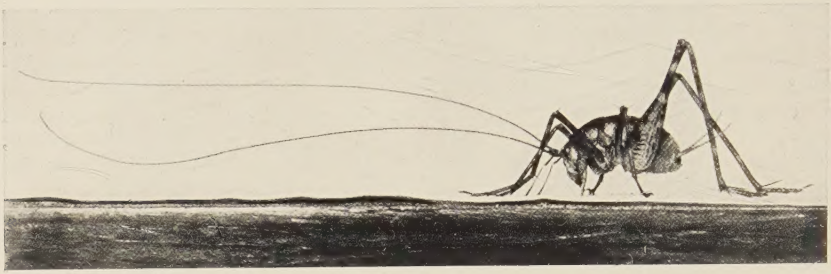


Abb. 3. ♂, Vergrößerung 1:1.

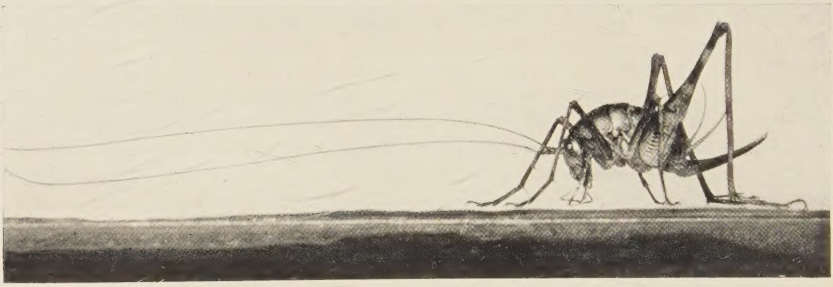


Abb. 4. ♀, Vergrößerung 1:1.

alle folgenden Tergite am Rande dunkel abgesetzt. Aus diesem Grunde fällt sofort die Metamerie des Körpers deutlich auf. Der Körper erscheint in den Beinen gewissermaßen federnd aufgehängt, von denen das letzte Paar zu mächtigen Sprungbeinen entwickelt ist. Alle Beine sind etwas regelmäßig dunkelbraun gebändert und bedornt. Große Sprungdornen an den Tibien der Hinterbeine sind für die Art charakteristisch.

Beide Geschlechter besitzen zwei lang behaarte, bis 1 cm messende ungegliederte Cerci. In der Größe annähernd gleich unterscheiden sie sich rein äußerlich dadurch, daß dem ♀ der typische Legesäbel der Locustiden eigen ist.

Tabelle 1.

Nr.	Geschlecht	Körperlänge in cm	Antennenlänge in cm	Zahl der Antennengl.	Cercilänge in mm	Legesäbel in mm
1	♀	1,45	8,4	532 o[1]	9,5	10,0
2	♀	1,50	8,7	546 o	10,0	10,5
3	♂	1,40	8,0	524 o	8,5	—
4	♂	1,10	7,8	474 o	7,8	—

[1] „o“ bedeutet, daß die Fühler unverletzt waren.

Aus obiger Tabelle, die zum Verständnis der Maße der Imagines allgemein genügt, geht hervor, daß die Körperverhältnisse, wie oben schon gesagt, annähernd übereinstimmen (Abb. 3; 4). Im allgemeinen sind die Weibchen etwas größer. Hinzufügen möchte ich noch, daß man selten Imagines mit vollkommen gleichartig gut erhaltenen Fühlern findet, da diese ziemlich empfindlich sind.

b) Morphologie der Jugendstadien.

Die Jugendstadien unterscheiden sich von den Imagines neben den Größenunterschieden sofort durch die zartere hellbraune Färbung. Schwierig dagegen ist die Unterscheidung der einzelnen Stadien voneinander.

In nachfolgender Tabelle sind die Durchschnittsmaße der Stadien aufgeführt. Die Nahrung bei diesen Aufzuchten war pflanzlicher und tierischer Natur, abwechselnd oder auch gleichzeitig gereicht.

Tabelle 2.

Durchschnittswerte der Körperlänge, Antennenlänge, Zahl der Antennenglieder, Cercilänge, sowie bei den ♀ Jugendstadien die Längen des Legesäbels. Es handelt sich jeweils um den Mittelwert von 5 Individuen.

	Körperlänge in mm	Antennenlänge in mm	Zahl der Antennenglieder	Cercilänge in mm	Legesäbel in mm
I.	2,5	10,2	80	1,2	—
II.	3,4	17,2	144	1,7	(0,19)
III.	3,7	24,3	185	2,1	(0,25)
IV.	4,5	26,0	215	2,6	(0,27)
V.	5,4	29,8	242	2,9	(0,31)
VI.	6,2	31,4	255	3,3	(0,45)
VII.	7,5	38,8	276	3,9	(1,4)
VIII.	8,6	43,0	310	4,6	(2,1—3,1)
IX.	9,6	47,2	345	5,4	(4,0—7,5)
X. ♀	10,0—12,5	55,0—61,0	350—410	6,5—7,2	(8,0—10,0)
X. ♂	10,0—11,0	55,0—58,0	350—375	6,2—6,9	
Imago ♀	13,5—15,0	71,6—87,0	477—546	8,5—10,0	(9,5—11,0)
Imago ♂	11,0—14,0	63,0—81,0	430—500	7,5—8,6	

Die Klammern bedeuten, daß es sich um den Mittelwert von weniger als 5 Tieren (2—4 Stück) handelt.

Ich hebe diese Tatsache deswegen hervor, weil ich in Nebenzuchten einmal Tiere mit rein pflanzlicher und das andere Mal mit rein tierischer Nahrung gehalten habe, um zu beweisen, daß reine Phytophagie nicht in Frage kommt. Bei einer Ernährung auf rein tierischer Grundlage kommt dagegen nur ein geringer Prozentsatz zur Entwicklung; viele Tiere werden bei dieser Ernährung zu ausgesprochenen Kümmerformen.

Da es sich bei den Massen um Mittelwerte handelt, so ist zu erkennen, daß die Unterschiede zwischen den aufeinanderfolgenden Jugendstadien nicht sehr groß sind. Bemerkenswert ist das starke Wachstum

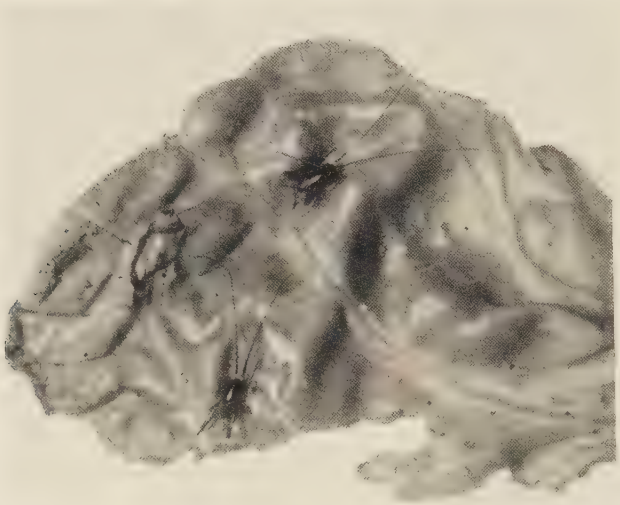


Abb. 5. 3 Tage alte Jugendstadien (mit der charakteristischen schwarzen Färbung) auf einem Kopfsalatblatt, das am unteren Rande Fraßspuren aufweist. Die schwarzen Punkte auf dem Blatt sind Kothäufchen. Vergrößerung: 2:1.

nach der ersten und das allmähliche Wachstum bis zur siebenten Häutung, worauf es dann wieder stärker einsetzt. Mit dem Heranwachsen nehmen auch die Schwankungen der Masse zu, weshalb ich beim X. Stadium und den Imagines auch die Grenzwerte aufgeführt habe.

Das I. Stadium ist im Gegensatz zu allen anderen fast schwarz gefärbt (Abb. 5). Die Ausfärbungszeit nach der Häutung, sowie die Streckung schwanken zwischen 1—5 Stunden. Der Häutungsvorgang selbst geht schnell vor sich; er ist in längstens 15—20 Minuten erledigt. Die Tiere hängen sich zu diesem Zweck in einer Ecke an den Beinen mit nach unten gerichtetem Kopf auf. Der mit geschluckter Luft aufgeblähte Kropf sprengt dann zunächst den Prothorax, wobei die präformierte Mittellinie platzt, die sich in die folgenden Thorax- und ersten

Abdominaltergite fortsetzt. Nach dem Aufplatzen der Tergite und der Kopfkapsel befreit sich das Tier von seiner alten Haut, die nach beendeter Häutung gefressen wird.

Oftmals findet man auch die Jugendstadien während der Häutung in seitlich liegender Stellung am Boden.

c) Morphologie der Eier.

Die Eiform ist schwach plankonvex mit einem stumpfen Ende, welches durch die Mikropyle hervorgerufen wird.

Das Chorion ist in trockenem Zustand bzw. in trockener Erde rein weiß, sehr hart und mit einer wabigen Skulptur versehen. In feuch-

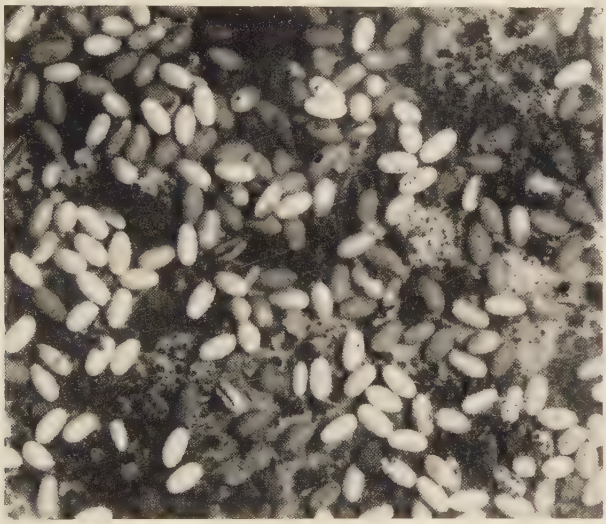


Abb. 6. Aus der Erde gesuchte Eier. Die weißen Eier sind trocken, die dunklen haben ein feuchtes Chorion. Vergrößerung: 2:1.

tem Boden sind die Eier infolge des angesaugten Wassers grau (Abb. 6). Die Eilänge schwankt zwischen 2,1 mm und 2,3 mm, die Breite zwischen 0,8 und 1,1 mm. Die kreisrunde Mykropyle hat einen Durchmesser von 0,1 mm, die Länge beträgt dagegen nur 0,04 mm. Infolge des harten Chorions findet man die Eier stets mit nur wenig Bodenpartikelchen behaftet. Mit zunehmendem Alter des heranwachsenden Embryo erfährt das Ei eine Ausdehnung in die Breite bis zu durchschnittlich 1,2 mm. In welchem Maße die Ausdehnung des Chorions durch den heranwachsenden Embryo vor sich geht, zeigen am besten folgende Tabellen (S. 94). Die Längenmaße sind einschließlich der Mikropyle gemessen.

Bei einem Vergleich der Mittelwerte ist die Zunahme der Breite dagegen bemerkenswert und, wie wir später sehen werden, liegt beim Schlüpfvorgang auch die Art und Weise des Platzens des Chorions darin mitbegründet.

Tabelle 3.
(1 Tag alte Eier.)

	Länge in mm	Breite in mm
1	2,25	0,95
2	2,11	1,12
3	2,12	0,91
4	2,13	0,88
5	2,22	0,91
6	2,23	0,95
7	2,11	1,07
8	2,12	0,92
9	2,20	0,90
10	2,13	0,92

Im Durchschnitt ergeben sich:
für die Länge . . . . *2,16 mm*
für die Breite . . . . *0,95 mm*

Tabelle 4.
(121 Tage alte Eier.)

	Länge in mm	Breite in mm
1	2,31	1,22
2	2,23	1,18
3	2,11	1,23
4	2,24	1,21
5	2,05	1,21
6	2,06	1,25
7	2,20	1,21
8	2,23	1,22
9	2,21	1,25
10	2,27	1,21

Im Durchschnitt ergeben sich:
für die Länge . . . . *2,19 mm*
für die Breite . . . . *1,21 mm*

VI. Biologie von Tachycines asynamorus Adel.

a) Allgemeine Bemerkungen zur Züchtung.

Die Unterbringung des Zuchtmaterials habe ich bereits im Abschnitt „Methodik und Zucht" erwähnt. Wenn auch die genaue Heimat der Heuschrecken nicht bekannt ist, so dürfen wir doch sagen, daß sie zumindest aus tropischem bis subtropischem Gebiete stammen müssen.

In jeder größeren Gärtnerei, die sich mit Gewächshausbetrieb befaßt, findet man 3 Arten von Häusern: das Kalthaus mit einer Temperatur von durchschnittlich 8—11°, das temperierte Haus mit Temperaturen bis zu 16°, und das sog. Warmhaus mit Temperaturen von 18 bis 23°. Dies sind die Temperaturen, die in den Häusern während der Winterzeit durchschnittlich gehalten werden. Der Feuchtigkeitsgehalt der Gewächshausluft ist, den Erfordernissen entsprechend, ein sehr hoher, er schwankt im Warmhaus zwischen 60—100% relativer Luftfeuchtigkeit. Abgesehen von den Heizräumen halten sich nun die Tiere nur in den Warmhäusern auf und dort wieder in den ruhigsten und wärmsten Ecken (Abb. 1).

Um möglichst genaue Ergebnisse zu erzielen, war mein Augenmerk vor allem darauf gerichtet, die Bedingungen bezüglich Temperatur und Luftfeuchtigkeit denen des Warmhauses anzugleichen.

Das Füllmaterial für die Bodeneinsätze beschaffte ich aus einem Warmhaus; es bestand aus humoser, stark mit Torfmull versetzter

und stets feucht gehaltener Erde. Es wurden gleichgroße Zuchtkästen verwandt. Nur zur Unterbringung der vielen Jungtiere verwandte ich vorübergehend Mäusezuchtgläser. Wie schon erwähnt, sorgte ich durch Hineinbringen eines kleinen Holztischchens für eine Angleichung an die Gewächshausverhältnisse.

Der Faktor Licht wurde, bis auf die Öffnungszeiten des Wärmeschrankes und ein schwach diffuses Leuchten der Heizlampe, ausgeschaltet, was ja auch der verborgenen Lebensweise von Tachycines asynamorus Adel. entspricht. Auf die Nahrung komme ich noch weiter unten genauer zu sprechen.

Rückblickend auf die angeführten Umweltfaktoren, die zum gedeihlichen Wachstum der Tiere notwendig sind, möchte ich es nicht unterlassen, auf eine Fehlerquelle aufmerksam zu machen, die bei dieser, wie auch bei den vielen ähnlichen Arbeiten über die Biologie eines Tieres vielleicht nicht genug gewürdigt werden.

Ich meine damit jene vielen Nebenfaktoren, die in einem jeden Biotop neben den besprochenen Hauptfaktoren auftreten. So denke ich in diesem Falle an das wechselvolle Bild der Pflanzenausstattung eines Gewächshauses, damit zusammenhängend die wechselnde Menge Sauerstoff sowie Kohlendioxyd am Tage und in der Nacht. Weiterhin kommt der Blütenduft zusammen mit den sonstigen speziellen Ausdünstungen der Pflanzen hinzu. Daneben findet sich häufig an den Pflanzen sowie verborgen oder im Boden noch eine mannigfaltige Kleinlebewelt der verschiedensten Tierklassen.

Wenn auch diese Nebenfaktoren nicht unmittelbar mit der eigentlichen Entwicklung von Tachycines zusammenhängen, so bilden sie doch einen großen Teil der Faktoren des lebensgewohnten Biotopes, dessen Fehlen bei der kritischen Beurteilung der Gesamtwerte in Betracht gezogen werden muß.

b) Ruhe und Bewegung.

Tachycines asynamorus Adel. ist ein ausgesprochen nächtliches Tier. Am Tage sitzen Jugendstadien verschiedensten Alters mit den Imagines zusammen in ihrer charakteristischen Stellung in den Ecken unter den Tischen des Warmhauses. Sie sind meist träge, lassen nur ab und zu die langen Fühler spielen und sind gegen Lichtreize empfindlich.

Setzen sich die Tiere in Bewegung, so beginnen die Fühler, zusammen mit den Maxillar- und Labialtastern, sich lebhaft zu betätigen. Die Fühler tasten dabei nach vorn, kreisen dann zur Seite und nach hinten, um auf diese Weise die nähere Umgebung auszukundschaften.

Jugendstadien und Imagines haben kurze und schnelle Laufbewegungen, die oft von kleinen Pausen unterbrochen werden. Beim Laufen der Imagines handelt es sich in den meisten Fällen um eine Folge von 3—4 Lauftakten, dann einer kurzen Pause, danach wieder 3 Lauftakte, Pause usw.

Im Augenblick der Gefahr treten die Sprungbeine in Tätigkeit, und meist folgen dann mehrere ziellose Sprünge. Es handelt sich um

den typischen Saltatoriensprung, resultierend aus den muskulösen Hinterbeinen, den Sprungdornen und den vorderen Beinpaaren, die den Körper nach oben abdrücken. Die Weite dieser Sprünge ist beträchtlich groß. Kaum geschlüpfte Jugendstadien springen schon 5—8 cm, solche vom II. Stadium 10—20 cm. Stadien nach der 5. Häutung 35—45 cm und Imagines 40—75 cm weit. Im allgemeinen sind die Tiere befähigt, 6—8 solcher Sprünge hintereinander auszuführen; danach tritt eine deutliche Ermüdung ein. Die ungefähre Sprunghöhe der Imagines beträgt 25—30 cm. Nach der ersten Aufregung erfolgt dann eine zielstrebige Fluchtbewegung in Form von Sprüngen nach einer dunklen Ecke, wo sofort, wenn es die Umgebung zuläßt, die hängende Körperlage eingenommen wird.

Mit Hilfe der paarigen Tarsalkrallen können sie an Holzwänden, Mauerwerk usw. ohne weiteres hochklettern. An Glaswänden emporzuklimmen, ist den Jugendstadien wie den Imagines nicht möglich.

Neben der hängenden Körperlage kann man häufig eine Ruhestellung am Boden beobachten, die ich nicht unerwähnt lassen möchte. Sie schmiegen sich in eine kleine Bodenfalte durch Spreizen der Hinterbeine so ein, daß der Körper auf dem Boden ruht und die Beine nicht beansprucht werden. Ich möchte dies als eine ausgesprochene Ruhestellung deuten, wobei eine kurze Entspannung und ein Ausruhen der Muskeln eintritt.

Anschließend daran oder auch gleich nach dem Freßakt sowie auch zu anderen Zeiten findet eine Reinigung der Fühler und Gliedmaßen statt. Diese Reinigung geschieht vorwiegend mit Hilfe der Mundwerkzeuge. Die genannten Körperteile werden sozusagen „durchgekaut" und somit von etwa anhaftenden Fremdteilen, beispielsweise in Form von Bodenpartikelchen, befreit. Die Dauer der Reinigung ist verschieden; sie kann sich bis zu einer halben Stunde erstrecken. Zum Heranholen der langen Fühler werden die Vorderbeine benutzt. Die Dornen am Ende der Tibien spielen dabei eine wichtige Rolle, da sie den zurückstrebenden Fühlern Widerstand bieten. Durch starke Krümmung des Abdomens und Biegen des Kopfes können an der Bauchseite anhaftende Schmutzteile entfernt werden. In Zusammenhang damit wird meist ein Sprungbein unter den Leib gestreckt. Die Cerci werden mit den Sprungdornen des letzten Beinpaares gereinigt. Die Tiere setzen die Sprungbeine an der Basis der Cerci so an, daß die Raife zwischen Tarsen und Dornen eingeklemmt sind. Darauf strecken sie die Beine nach hinten aus und entfernen auf diese Weise die in den Haaren der Cerci haftenden Schmutzteilchen. Die Reinigungsbewegung wird meist mehrere Male hintereinander und heftig ausgeführt.

c) Nahrungsstoffe (unter Berücksichtigung von Fütterungsversuchen im Hinblick auf die Entwicklung), Freßakt, Kotablage.

Die genaue Kenntnis der Nahrungsstoffe, die ein eingeschleppter Gewächshausbewohner benötigt, ist die Grundlage für die wirtschaftliche Beurteilung des Zuwanderers. Ein Tier wie Tachycines asynamorus Adel., das seit mehr als 4 Jahrzehnten in den Gewächshäusern der alten und neuen Welt auftritt, hätte schon längst zur gründlichen Bearbeitung der Ernährungsfrage Anlaß geben müssen.

Betrachtet man nun die Literaturangaben von 1902 bis zur heutigen Zeit, so findet man auffälligerweise sehr oft Ansichten, die sich völlig gegensätzlich gegenüberstehen. Man ging sogar so weit, in der Fachpresse (gärtnerische Fachblätter usw.) zwei Parteien zu bilden: eine, die gegen und die andere, die für Tachycines asynamorus Adel. (damals noch Diestrammena marmorata de Haan) eintrat, worauf in der Einleitung bereits hingewiesen ist. Auf die Einzelheiten der Auseinandersetzungen innerhalb der Literatur einzugehen, halte ich an dieser Stelle nicht für angebracht, so interessant es an sich auch wäre.

Um zu prüfen, ob reine Phytophagie in Frage kommt, habe ich in verschiedenen Zuchten versucht, die Tiere nur mit pflanzlicher Nahrung aufzuziehen. In sämtlichen Fällen konnte ich die Feststellung machen, daß die Entwicklung etwa auf der Höhe des VI. Jugendstadiums anhält. Die Tiere bekamen die in der folgenden Aufstellung angeführten pflanzlichen Nahrungsstoffe. Außer ihren eigenen Exuvien entbehrten sie jeglichen tierischen Futters. Niemals haben sich in diesem Falle Jugendstadien zu Imagines entwickelt.

Das Gegenteil, die Aufzucht mit rein tierischer Nahrung, führte nur in wenigen Fällen zum Erfolg, d. h. von 10 Tieren haben sich durchschnittlich 1—3 zu Volltieren entwickelt; die anderen wurden zu Kümmerformen, die auf der Entwicklungsstufe des 6. bis 7. Jugendstadiums stehen blieben.

Aus diesen Tatsachen ist ohne weiteres anzunehmen, daß Tachycines asynamorus Adel. zu seiner Entwicklung sowohl tierischer als auch pflanzlicher Stoffe bedarf, eine Beobachtung, wie man sie meines Wissens auch bei Tettigonia viridissima L. gemacht hat. Trotzdem halte ich es für nicht angebracht, deswegen Tachycines asynamorus Adel. als omnivor im gebräuchlichen Sinne anzusprechen. Neben der vorherrschenden Zoophagie brauchen diese Insekten zu ihrem Aufbau eben noch pflanzliche Stoffe. Die Ansicht *Wolffs*, daß Pflanzenteile nur gefressen werden, um den Wasserbedarf zu decken, halte ich für abwegig.

An tierischer Nahrung fraßen sie vorwiegend:

Regenwürmer (über 1,5—2 cm große zerschnitten, kleinere lebend),
Asseln (tot) (Oniscus, Porcellio),
Julus (tot),
Forficula (tot),
Schaben (tot) (Phyllodromia germanica L., Periplaneta americana L., Periplaneta australasiae Fabr., Pycnoscelus surinamensis L., alle Arten aus Gewächshäusern),
Mehlwürmer (tot) (Larven von Tenebrio molitor L.),
Fliegen (tot) (Calliphora, Musca),
Blattläuse (lebend),
Schabefleisch (Rindfleisch).

Seltener:

Phlugiola redtenbacheri Karny (lebende Jugendstadien),
Heimchen (tot) (Liogryllus domesticus L.).

Die Reihenfolge des pflanzlichen Futters nach der Beliebtheit war etwa folgende:

Quellende Samen und Sämlinge (der verschiedenen Gewächshauspflanzen kurz nach dem Keimen des Samens) (Abb. 13),
Salatblätter,
Bananenscheiben,
Möhrenscheiben,
Spinat,
Kartoffelscheiben (roh),
Birnenscheiben,
Apfelscheiben,
Tomatenscheiben,
Blüten von Hortensien,
Blüten von Calceolarien,
Pfirsich (geschält).

Auf Grund der Fütterungsversuche kann ich sagen, daß die tierische Nahrung nicht nur in frischem Zustand gefressen wird. Fernerhin konnte ich nie die Feststellung machen, daß lebende Asseln usw. angefallen und gefressen wurden, wie dies *Wolff* (Jena 1916) z. B. angibt. Mit Ausnahme von Blattläusen, kleinen Regenwürmern, geschwächten, in der Häutung befindlichen Artgenossen (vgl. Abschnitt „Kannibalismus") und einigen Jugendstadien einer Laubheuschrecke Phlugiola redtenbacheri Karny fraßen die Tachycines[1] nur tote Tiere. Allerdings gingen sie die noch zuckenden Teile z. B. einer Assel oder einer Schabe an, ohne sich etwa von den Bewegungen der Beine abschrecken zu lassen. Nach den Muskeln und Eingeweiden wurden auch die härteren chitinisierten Körperteile der zur Fütterung verwandten Tiere gefressen. Die Tachychines zerkleinerten sogar mehrere Jahre alte getrocknete Acridier und verzehrten das harte Chitin. Auf diese Eigentümlichkeit komme ich weiter unten bei der Beschreibung von Fütterungsversuchen noch zu sprechen (vgl. Abschnitt „Darmtractus").

Von den pflanzlichen Nahrungsstoffen bevorzugten sie quellende Samen und Keimlinge (von Petunien, Cyclamen, Primeln, Salat, Astern usw.) (Abb. 7), Salatblätter, während nach den von mir angestellten Beobachtungen ausgewachsene Gewächshauspflanzen nie befressen wurden — wie dies viele andere Autoren (*Ludwig*, *Hahmann*, *Schoyen* u. a.) auch schon festgestellt haben —, sondern nur abgefallene oder abgeschnittene Teile derselben.

Bei befressenen quellenden größeren Samen läßt sich ungefähr an der Art des Fraßes feststellen, ob junge oder ältere Tiere die Urheber des Schadens waren. Während von Tieren des IV. Stadiums nur kleine Löcher in den Samen gefressen werden, findet beim VII. Stadium und den Imagines ein völliges Zerfressen des Samens statt.

[1] *Hahmann* beobachtete, daß sie Staubläuse verzehrten.

Wie oben schon ausgeführt, beobachtete ich, daß ältere Jugendstadien und Imagines lebende Blattläuse verzehrten. Ich gab ihnen daher von Blattläusen befallene Blätter und Triebe. In den meisten Fällen wurden die Blätter an den Stellen, an denen vorher die Blattläuse gesessen hatten, angefressen. Die Triebe stammten von Holunder (Sambucus), Schneeball (Viburnum), falschen Jasmin (Philadelphus) und Calceolarien. Ich möchte annehmen, daß die Blätter der Wirtspflanzen nur wegen ihres Überzuges mit den zuckerhaltigen Exkrementen der Blattläuse gefressen wurden. Vergleichsversuche mit unbefallenen Blatt-

Abb. 7. Von Tachycines befressene Samen und Keimlinge von Astern (Callistephus), aus einer Samenschale. (Natürliche Größe.)

stücken zeigten, daß die Tiere diese nur wenig und erst nach langer Hungerszeit anfraßen. Als Kuriosum sei erwähnt, daß die Heuschrecken sehr gern Milchschokolade als Futter annahmen. Diese Tatsache bestätigt die obenstehenden Beobachtungen.

Einen großen Unterschied im Nahrungsverbrauch zwischen Jugendstadien und Imagines habe ich nicht festgestellt. Eine angefangene Fraßstelle wird in der Regel von den folgenden Tieren benutzt und so immer weiter ausgefressen. Der Freßakt kann sich bei starkem Hunger etwa bis zu 2 Stunden ausdehnen. Im allgemeinen ist er naturgemäß schneller beendet. Der Kot ist, soweit ich dies beurteilen konnte, geruchlos und, der Art des Futters entsprechend, in seinem Aussehen und seiner Festigkeit verschieden.

d) Bau des Kopfes (Mundwerkzeuge und Kopfskelet).

Im Zusammenhang mit der Ernährungsfrage und Lebensweise von Tachycines ist es angebracht, auf den Bau des Kopfes und der Mundwerkzeuge etwas näher einzugehen.

Die Stellung des Kopfes zum Körper ist eine typisch orthognathe, d. h. die Kopfkapsel steht senkrecht zur Längsachse. Von vorn gesehen (Abb. 8) fällt die stark ovale Form des Kopfes auf, unterstrichen durch

die schmal zulaufende Stirn. Neben den verhältnismäßig großen Facettenaugen stehen zur Mitte die ersten Glieder der langen Antennen. Zwischen ihnen befinden sich zwei spitz zulaufende behaarte schwarze Stirnhöcker, die z. B. bei einem älteren Embryo zu beiden Seiten der Platznaht durch die Embryonalhaut schimmern. Bemerkenswert ist das Fehlen von Ocellen. Die Grenze der Kopfkapsel wird durch den Ansatz der Mundwerkzeuge gekennzeichnet. Das gegen den Clypeus bewegliche Labrum ist gewölbt und läuft in zwei stark chitinisierte Spitzen aus. Neben den darunter z. B. hervorschauenden, in der bekannten Weise angeordneten Mundwerkzeugen sind die langen Maxillarpalpen auffallend. Mit den Labialtastern haben sie terminal große Sinnesfelder gemeinsam und stellen so dank ihrer Länge wichtige Orientierungsorgane für die nächtlich lebenden Schrecken dar.

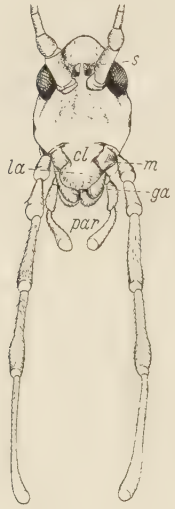


Abb. 8.

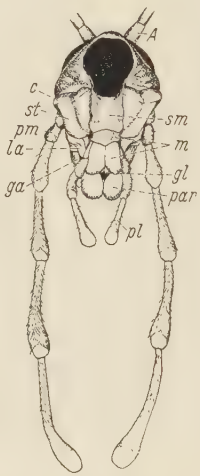


Abb. 9.

Abb. 8. Kopf (frontal gesehen). *s* = Stirnhöcker; *cl* = Clypeus; *m* = Mandibel; *la* = Labrum; *ga* = Galea; *par* = Paraglossa.

Abb. 9. Kopf (von hinten gesehen). *A* = Antenne; *c* = Cardo; *st* = Stipes; *pm* = Maxillartaster; *l* = Lacinia; *ga* = Galea; *sm* = Submentum; *m* = Mentum; *gl* = Glossa; *par* = Paraglossa; *pl* = Labialtaster.

Trennen wir den Kopf ab, um ihn von hinten zu betrachten (Abb. 9), so gewahren wir nach Entfernung der den Kopf und Thorax verbindenden Cuticula ein etwa birnenförmig gestaltetes Hinterhauptsloch. Im Gegensatz zum gewölbten Stirnteil ist die Kopfkapsel hinten abgeplattet. Um das Hinterhauptloch herum findet sich eine auffällige schwarz pigmentierte Zeichnung. Ventral wird es von der Unterlippe, dem Labium begrenzt, deren Glossae aus zwei zur Präoralhöhle gebogenen Chitinzähnchen bestehen. Fast senkrecht abgesetzt gegen die Kopfkapsel sind die Angelstücke (Cardines) der Maxillen, an die sich die Taster tragenden Stipites oder Stämme ansetzen.

Auf diese äußere Betrachtung des Kopfes und der Mundwerkzeuge möge die Besprechung der einzelnen Teile der Mundextremitäten folgen. Das Labrum (Abb. 10) zeigt, von der Mundhöhle aus gesehen, eine paarige Anordnung von Wölbungen, die mit feinen unechten Härchen und Sensillen besetzt sind und den Epipharynx darstellen. Zu beiden Seiten der Erhebungen stehen — fast in Halbkreisen angeordnet — nach der Mitte gerichtete Haare. Sie werden nach außen hin größer. Zwischen den Haaren und dem chitinigen Rande befindet sich

ein ziemlich breiter, weichhäutiger Streifen auf jeder Seite. An der Einschnürungsstelle, die die Grenze zum Clypeus bildet, sind zwei stark chitinisierte Leisten oder Tormae ausgebildet. Sie sind in diesem Falle mit langen Chitinborsten besetzt, 12—15 an der Zahl, die nach innen in die Mundhöhle hineinzeigen. Diese Tormae sind wichtige Ansatzstellen für die das Labrum bewegenden Muskeln. Zwischen ihnen wölbt sich der Epipharynx und besitzt in seinem Übergang zur Vorderwand des Pharynx vier kleine, mit Sensillen besetzte Felder.

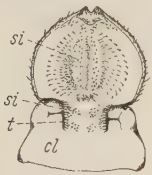


Abb. 10. Labrum mit Epipharynx (ventral gesehen). *si* = Sensillen; *t* = Torma; *cl* = Clypeus. Vergrößerung: 10:1.

Abb. 11. Mandibeln (ventral gesehen). Vergrößerung: 12:1.

Unter der Oberlippe befinden sich die beiden großen Mandibeln (Abb. 11). Von oben gesehen ragt der linke Oberkiefer über den rechten hinaus. Beide haben an ihren Vorderenden zwei spitze Zähne entwickelt. Die feinere Gestaltung der folgenden Zähnchen und Kauflächen lehren, daß diese Anordnung im Vergleich zu typischen Räubern (Carabus, Mantis) und Pflanzenfressern (Acridium) eine Zwischenstellung einnimmt. An dem Aufbau der Mandibeln bemerken wir im Hinblick auf die Gestaltung der Zähne eine Ähnlichkeit mit dem Typ der Omnivoren (Periplaneta), was mit den Beobachtungen über die Nahrungsstoffe in Einklang steht. Das Verhältnis der ersten spitzen Zähne zu den folgenden Schnittflächen und kleinen Höckern, besonders bei der rechten Mandibel (ventral gesehen), weist darauf hin, daß wir es hier weder mit einem ausgesprochenen Räuber noch mit einem reinen Pflanzenfresser zu tun haben.

Die Maxillen (Abb. 12) tragen große, fünfgliedrige Maxillartaster. Bemerkenswert ist der Bau der beiden inneren Laden, die bei Tachycines je 3 Zähne, einen letzten großen und zwei kleinere, tragen.

Ein großer Hypopharynx (Abb. 13 auf S. 102) bildet den unteren Teil der Mundöffnung und setzt sich in der Rückenwand des Schlundes fort. Sklerite in Gestalt symmetrisch verteilter Chitinplättchen (Superlingua) verleihen ihm seitliche Festigkeit. Am stärksten chitinisiert sind die beiden Wülste an der

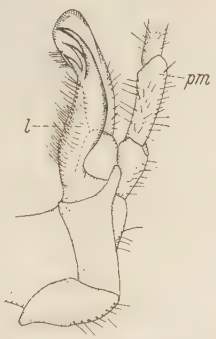


Abb. 12. Rechte Maxille, Maxillartaster terminal abgeschnitten (dorsal gesehen). *l* = Lacinia; *pm* = Maxillartaster. Vergrößerung: 13:1.

Spitze. Zwei rückwärts gerichtete Chitinleisten bilden den Ansatz der Sehnen und Muskelverbindung mit dem hinteren Arm des Tentorium. Zur seitlichen Stützung der Schlundöffnung dienen zwei vom Hypopharynx gebildete Zungenstäbchen (Fulturae), die zugleich die Verbindung mit dem Pharynx herstellen. Zwischen ihnen befinden sich auf dem Übergang zur Schlundauskleidung eine Anzahl von Sensillen.

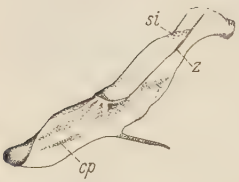


Abb. 13. Hypopharynx (lateral gesehen). *cp* = Chitinplättchen (Superlingua); *z* = Zungenstäbchen (Fulturae); *si* = Sensillen. Vergrößerung: 10:1.

Den Abschluß der Präoralhöhle nach unten bildet das paarig angelegte Labium mit den beiden dreigliedrigen Labialpalpen. Das deutlich zweigeteilte Mentum trägt 2 Anhangpaare in Gestalt der medial gelegenen Glossae und der lateralen Paraglossae. Die Glossae sind stark chitinisiert und als kleine Zähnchen nach oben gebogen.

Betrachten wir uns nach Entfernung der Mundwerkzeuge, einschließlich ihrer Muskeln und Sehnen, das innere Skelet der Kopfkapsel von vorn (Abb. 14), so bemerken wir, daß die oberen Ansatzstellen der anfangs breiten vorderen Tentoriumarme vom Rande des Clypeus bis zur Seitenwand der Kopfkapsel herunterreichen. Jeder Arm setzt sich zunächst aus zwei stärkeren Leisten zusammen, zwischen denen

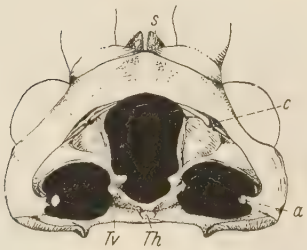


Abb. 14. Das Kopfskelet (von vorn gesehen). *s* = Stirnhöcker; *c* = Gelenkpunkt des Clypeus; *a* = Gelenkpunkt der Mandibel; *Th* = hinterer Tentoriumarm; *Tv* = vorderer Tentoriumarm. Vergr.: 10:1.

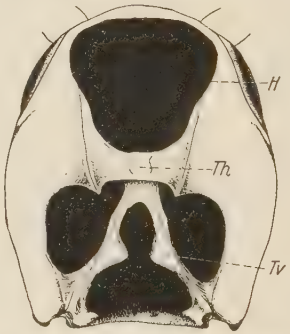


Abb. 15. Das Kopfskelet (Kopfkapsel von hinten gesehen). *H* = Hinterhauptsloch; *Th* = hinterer Tentoriumarm; *Tv* = vorderer Tentoriumarm. Vergrößerung: 12:1.

sich eine härtere Chitinlamelle hinzieht. In ihrer Verlängerung bildet jede untere Lamelle einen nach innen gebogenen knopfartigen Endteil (Abb. 14) als Inserierungsstelle für je eine Mandibel. Diese Leisten verschmelzen erst vor ihrer Vereinigung mit den hinteren Tentoriumarmen, wo sie auf jeder Seite 2 Vorsprünge zum Muskelansatz bilden. Die beiden hinteren Arme des Tentoriums setzen an den hinteren Teil

der Kopfkapsel so an, daß sie den unteren Teil des Hinterhauptloches bilden (bei Betrachtung der Kapsel von der Rückseite — Abb. 15). Die Verschmelzungsstellen werden durch zwei längs verlaufende leistenähnliche Bildungen gekennzeichnet, die zugleich die Grenzen für das Submentum darstellen und als eine Art „Führungsschiene" bewertet werden können.

Zusammenfassend gesagt, ist die Ausbildungsstufe des Kopfskelets eine primitive, da ein Teil der vorderen Arme des Tentoriums noch an den Seitenwänden der Kopfkapsel ansetzt. Sie sind noch nicht zu je einer eindeutigen Leiste zusammengerückt und entspringen entsprechend auch nicht nur am Rande des Clypeus.

e) Der Darmtraktus.

Dem Oesophagus liegen außen große traubenförmige Speicheldrüsen an. Der Oesophagus weist eine mächtige Kropfbildung auf, durch die es ermöglicht wird, sehr viel Nahrung auf einmal aufzunehmen.

Zwischen Kropf und Proventrikel befindet sich ein kurzer, überleitender Darmabschnitt, dessen Betrachtung in Zusammenhang mit dem folgenden von Interesse ist. Die sonst 5—6eckig, unregelmäßig

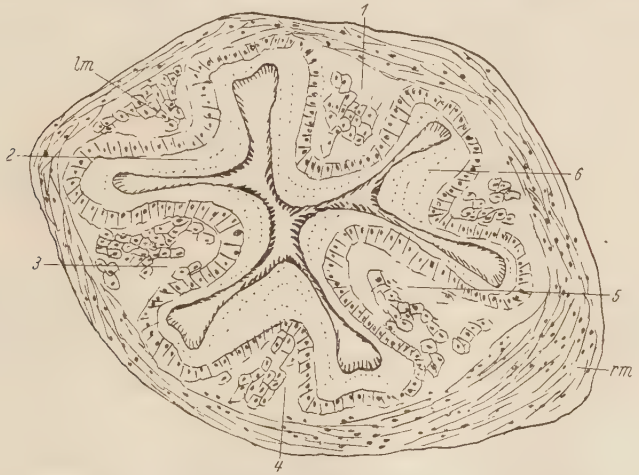


Abb. 16. Querschnitt vom Übergangsteil: Kopf-Proventriculus. Bezeichnungen siehe Abb. 17.

gefelderte Intima des Kropfes bildet neben den winzigen Haaren oder Schüppchen zum Proventriculus hin größere Härchen aus. Diese sind in dem Übergang in 6 Reihen angeordnet, die auf mit Muskeln erfüllten Vorwölbungen stehen (Abb. 16). Die dicht angeordneten, büschelförmig verteilten Haare zeigen zum Proventrikel. Der Anfang des eigentlichen Proventrikels, der zu dem überleitenden Darmabschnitt zu rechnen ist, zeigt, daß die 6 Haarreihen zu den 6 Hauptzahnleisten

überleiten (Abb. 17). Ebenso verhält es sich mit der Ring- und Längsmuskulatur, die sich auch ohne Unterbrechung, nur in stärkerem Ausmaße, von dem Zwischenstück zum eigentlichen Vormagen fortsetzt.

Über die physiologische Bedeutung dieses letzten Vorderdarmabschnittes ist schon viel gearbeitet und gestritten worden. Besonders die Untersuchungen von *Ramme*, der neben Coleopteren und verschiedenen Orthopteren auch Tachycines (damals Diestrammena

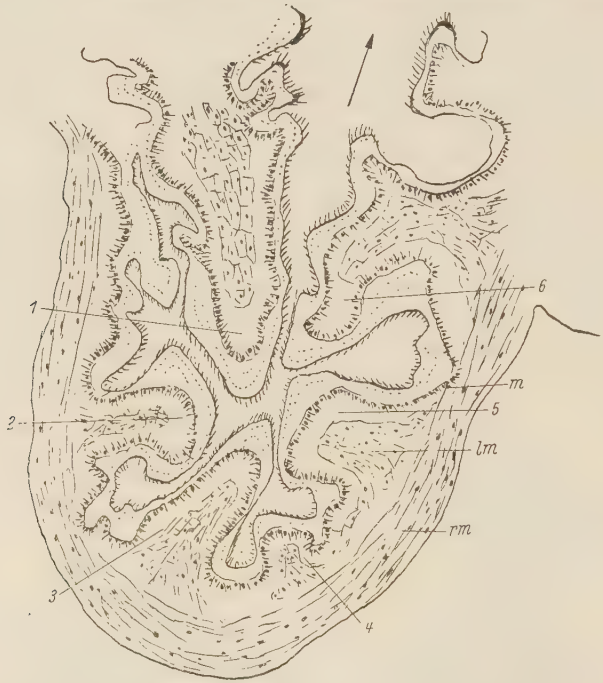


Abb. 17. Übergang in den Proventriculus (quer geschnitten). 1—6 = Vorwölbungen, die sich in die Hautpzahnreihen fortsetzen (bei 1 und 6 zu erkennen); *m* = Matrix; *lm* = Längsmuskulatur; *rm* = Ringmuskulatur. Der Pfeil zeigt zum Proventrikel.

marmorata de Haan) eingehend bearbeitet hat, machen es notwendig, daß ich auf die Bedeutung des „Kaumagens" näher eingehe und sie auf Grund meiner Beobachtungen zu erklären versuche.

Das Innere des Vormagens ist mit 6 Hauptzahnleisten ausgestattet, zwischen denen sich 6 glatte Chitinleisten befinden. Zu beiden Seiten jeder mit Chitinzähnchen bewehrten, zur Mitte ragenden Hauptleiste findet sich je eine niedrige Zahnreihe (Abb. 18). Alle Zähne sind nach dem Mitteldarm zu gerichtet und in dieser Richtung leicht gekrümmt. Die Zähne sind hohl, mit Muskeln und Bindegewebe erfüllt und besitzen eine gemeinsame Basis, was beim Abschälen der Muscularis zu erkennen ist.

Drei der Hauptleisten bilden Lamellen, die als sog. Valvula cardiaca in den Mitteldarm hineinragen. Sie greifen mit ihren Rändern wie Blütenblätter einer Rose (*Ramme* 1913) übereinander und sind auch entsprechend konzentrisch angeordnet. Die Lamellen ragen in den Mitteldarm 1,5—1,7 mm hinein.

Nach *Eberli* kommt den Lamellen z. B. bei der nahverwandten Gryllotalpa die Bedeutung zu, die Mitteldarmwände vor der Berührung mit den harten Nahrungspartikeln zu schützen. Dieses hätte, wie *Ramme* mit Recht sagt, nur dann einen Zweck, wenn die Lamellen bis zum Enddarm reichen würden, was aber weder bei Gryllotalpa noch bei Tachycines asynamorus Adel. der Fall ist. Ein

Abb. 18. Hauptzahnreihe des Proventriculus (mit Nebenzahnreihen und Chitinleiste, Querschnitt aus der Mitte des Proventrikels). *hz* = Hauptzahn; nz_1, nz_2 = Nebenzähne; *l* = durchgehende Leiste; *t* = Trachee. Übrige Bezeichnungen siehe Abb. 17.

Längsschnitt durch Proventriculus und Mitteldarm lehrt, daß die Verhältnisse bei Tachycines denen bei Gryllotalpa entsprechen, wie *Ramme* sie schematisiert wiedergegeben hat.

Der Proventriculus wird — äußerlich betrachtet — bei Tachycines fast ganz von den beiden großen Sekretdrüsen des Mitteldarmes, den sog. Coeca, umgeben, die ihre Sekrete in den Proventrikel (an der Basis der Lamellen) und in den Mitteldarm entsenden. Die Lamellen verhindern nun ein Zusammenfließen des darmabwärts beförderten Nahrungsbreies mit den aufwärts in den Proventrikel fließenden Coeca- bzw. Mitteldarmsekreten. Hieraus ist aber nicht zu folgern, wie dies auch die Untersuchungen bewiesen haben, daß die Coeca frei von Nahrungsbestandteilen sind. Sie sind ebenso wie der Mitteldarm mit Nahrungsbrei erfüllt, so daß ein Teil der Nahrung mit dem Sekretstrom sicher noch einmal in den Proventriculus kommt. Ob den Coeca neben der sekretorischen auch noch eine Resorptionstätigkeit zukommt, bedürfte einer genauen Untersuchung.

Die Tatsache, daß die Mitteldarmsekrete in den Proventriculus und von dort auch in den Kropf gelangen, um so eine Vorverdauung herbeizuführen, deutet darauf hin, daß dem Vormagen nicht nur eine mechanische Zerkleinerung der Nahrung zugesprochen werden kann. An dieser Stelle möchte ich bemerken, daß *Plateau* (1874) die Ansicht der älteren Forscher, dem Kaumagen eine zerkleinernde Funktion zuzusprechen, nicht teilt, sondern dem Proventrikel nur die Rolle eines Sphincter zuschreibt. *Ramme* (1913) bestätigt die Ergebnisse *Plateaus* und erkennt, daß dem Vormagen als wichtigste Funktion die Vorverdauung zukommt. Er verwirft die Bezeichnung „Kaumagen" vollkommen, da er ihm *jede zerkleinernde Funktion abspricht* und ersetzt diesen Namen durch „Proventriculus".

Als Einleitung zu meinen Untersuchungen zwecks Klärung der Frage nach der physiologischen Bedeutung des „Kaumagens" möchte ich noch auf die Eigentümlichkeit von Tachycines, harte, trockene Skeletteile von Arthropoden zu fressen, hinweisen (siehe S. 198 oben). Hatte ich getötete Asseln als Futter gegeben, so wurden sie stets ausgefressen und die harten Bestandteile zunächst übrig gelassen. Späterhin zerfraßen die Tiere aber auch die vollkommen trockenen Körperringe. Diese Feststellung brachte mich auf den Gedanken, reines Chitin als Futter zu geben, um so hinsichtlich der Darmuntersuchungen einwandfreie Erhebungen anstellen zu können. Ich versuchte dies mit großen Acridiern, die ich gelegentlich einer Reise auf dem Peleponnes gefangen hatte und die seiner Zeit zum Präparieren ausgenommen worden waren. Nach einiger Hungerzeit wurden zunächst die dünnen, später aber auch die dickeren Bestandteile dieser trockenen Acridier von Tachycines gefressen.

Die Untersuchungen ergaben, daß zwischen dem Kropfinhalt und dem Proventrikel sowie dem Mitteldarmnahrungsbrei bezüglich der Stückgröße der Chitinteile ein erheblicher Unterschied bestand, der bereits makroskopisch zu erkennen war. Da den Coecasekreten wohl eine Chitin erweichende, nicht aber eine zerkleinernde Funktion zuzusprechen ist, muß an einer Zerkleinerung noch eine andere Kraft mitgewirkt haben, die wohl nur dem Proventrikel zukommt. Die erweichende Wirkung der Sekrete des Mitteldarmes ist nicht unerheblich, was am besten beim Schneiden mit dem Mikrotom festzustellen ist, eine Tatsache, die *Ramme* ebenfalls erwähnt hat. Wenn man nun die erweichende Wirkung in Betracht zieht und dazu die „zerharkende" Wirkungsweise der Zahnreihen auf den in diesem Falle aus Chitinteilen bestehenden Nahrungsbrei rechnet, so kann meiner Meinung nach dem Proventrikel eine zerkleinernde Funktion nicht abgesprochen werden. Hinzu kommt, daß sich im Nahrungsbrei stets eine verhältnismäßig große Anzahl kleiner Steinchen befindet, deren zermahlende Tätigkeit vielleicht nicht zu unterschätzen ist.

Zusammenfassend kann ich auf Grund des mir während der Untersuchungen mannigfach zur Verfügung stehenden Materials sagen, daß bei Tachycines die Nahrungspartikel im Vormagen zerkleinert werden.

Diese Fähigkeit beruht in erster Linie auf der Erweichung durch die Mitteldarmsekrete und in zweiter Linie auf der durch die starke Muscularis bewirkten Tätigkeit der Chitinzähne zur Vermischung der Nahrung.

Von der Seite gesehen, macht der Mitteldarm vor seinem Übergang in den Endarm eine S-förmige Krümmung. An der unteren Biegung setzten die sehr zahlreichen malphigischen Gefäße an, wodurch der Beginn des Enddarmes angedeutet wird.

f) Kannibalismus.

Verschiedene Autoren (*Wolff, Parker, Hahmann*) berichten über Fälle von Kannibalismus bei den Gewächshausheuschrecken. Bei meinen umfangreichen, sich über mehrere Jahre erstreckenden Zuchten trat der Kannibalismus nur gelegentlich auf.

In einem Behälter mit 20 Tieren, die sich bei normaler Fütterung im VI. bis VII. Stadium befanden, beobachtete ich, daß zwei in der Häutung befindliche Artgenossen angegangen wurden. Einmal fand ich ein noch lebendes ♂, dem das ♀ bereits ein großes Loch in den Thorax gefressen hatte. Im Laufe des Tages fraß das ♀ den Körper weiter aus. Am nächsten Morgen waren nur noch wenige Überreste des ♂ vorhanden. Eine ähnliche Beobachtung machte ich bei 2 ♀♀, von denen eines von dem anderen angefressen wurde.

Unbefruchtete ♀♀ legten die meisten ihrer Eier nicht in, sondern nur auf der Erde ab. Diese Erscheinung dürfte ihre Erklärung darin finden, daß die richtige Ausführung des Legegeschäftes erst durch die Befruchtung hervorgerufen wird. Diese ♀♀ fraßen dann die größte Anzahl der herumliegenden Eier an. So legte z. B. ein ♀ in 20 Tagen 38 Eier auf die Erde, von denen bis auf 3 Stück alle angefressen wurden.

An dieser Stelle möchte ich noch erwähnen, daß die abgestreiften Exuvien sofort nach der Häutung verzehrt wurden. Lagen die Eier nicht tief im Boden, so kam es bei lockerem Erdreich vor, daß die schlüpfenden Tiere das Chorion mitherauszerrten. Dann wurde außer der Embryonalhaut das Chorion oft mitbefressen.

Zum Schluß ist zu sagen, daß bei meinen sämtlichen Zuchten, abgesehen von den wenigen angeführten Beobachtungen und solchen, die mir entgangen sein können, Kannibalismus nie stark aufgetreten ist.

Angaben in der Literatur (*Wolff*) über ein Aussterben und die Gefährdung der Haltung von Tachycines durch Kannibalismus können nach meinen Erfahrungen nur auf falschen Zuchtmethoden beruhen.

g) Fortpflanzungsbiologie.

1. Der weibliche Geschlechtsapparat.

Im Hinblick auf die ausgedehnten Untersuchungen über den ♀ Geschlechtsapparat von Locustiden und Grylliden von *Cappe de Baillon* hielt ich es für angebracht, ähnliche Betrachtungen bei Tachycines anzustellen, da die Stenopelmatidae systematisch zwischen der Familie der Tettigonidae und der Familie der Gryllidae stehen.

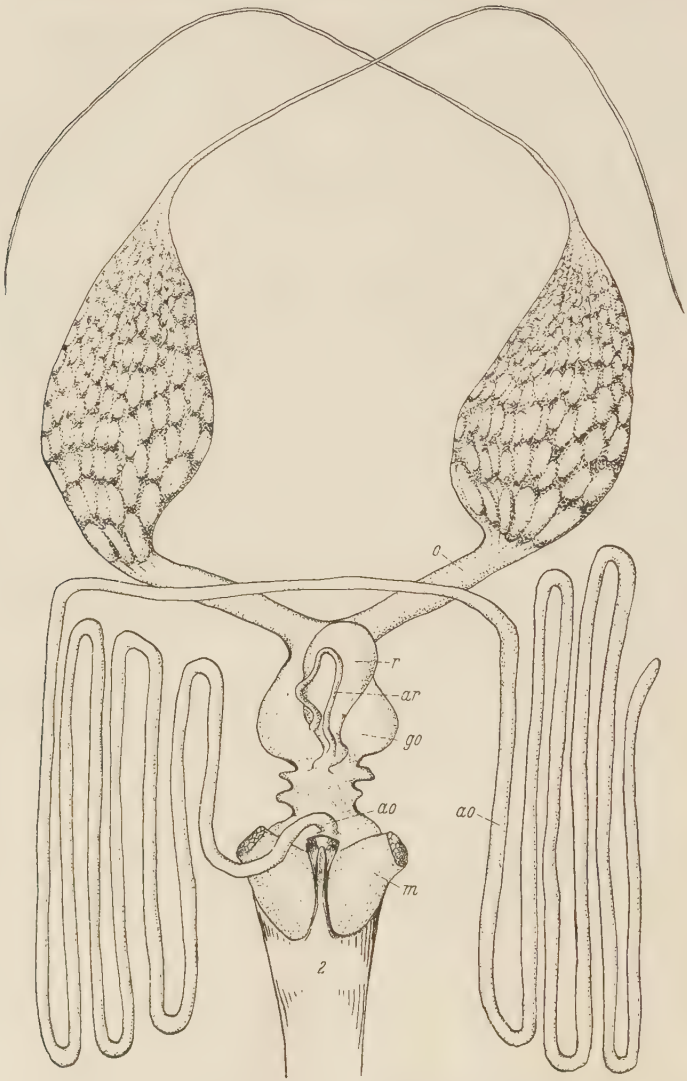


Abb. 19. Der ♀ Geschlechtsapparat. *o* = Oviduct; *r* = Receptaculum seminis; *ar* = Anhangdrüse des Rec. seminis; *go* = gemeinsamer Oviduct; *ao* = Anhangdrüse des Ovipositors; *m* = Muskel; 2 = Legeröhre. Vergrößerung: 10:1.

Der innere Teil des ♀ Geschlechtsapparates (Abb. 19) von Tachycines asynamorus Adel. besteht aus 2 typisch büschelförmigen Ovarien mit 45—50 Ovariolen und je einem Ovidukt, die sich beide zu einem gemeinsamen Ovidukt vereinigen. An diesen unpaaren Eiergang, der in seinem unteren Teil zugleich der Vagina entspricht, schließt sich das Receptaculum seminis an. Letzteres besitzt noch eine unpaare, ge-

wundene Anhangdrüse. Es liegt die Vermutung nahe, daß die Anhangdrüse auch zur Aufnahme von Spermien benutzt wird, jedoch konnte ich in keinem Falle diese Feststellung machen. Außerdem mündet eine große, 6,5—7 cm lange, gewundene Anhangdrüse in das Genitalatrium ein, die z. B. von *Cappe de Baillon* als „Legesäbeldrüse" bezeichnet wird. Die Mündungsstelle dieser ungemein großen Drüse liegt genau unter dem dorsalen Fortsatz der eigentlichen Legeröhre, an deren beiden Seiten starke Muskelpakete zu ihrer Spreizung ansetzen. Aus diesem Grunde ist die Bezeichnung „Legesäbeldrüse" zu Recht gewählt, da das Sekret dem in die Erde gleitenden Ei und somit dem Ovipositor zukommt.

Abb. 20.

Abb. 21.

Abb. 20. Ventralansicht der Abdominalspitze eines ♀ Jugendstadiums nach der zweiten Häutung. 1a, 1b = obere Gonapophysen; 2 = mittlere Gonapophysen; 3a, 3b = untere Gonapophysen; *Ak* = Analklappe. Vergrößerung: 75:1.

Abb. 21. Horizontalschnitt durch die Abdominalspitze eines ♀ Jugendstadiums nach der zweiten Häutung. Der Schnitt zeigt die gemeinsame Anlage der mittleren, die Legeröhre bildenden Gonapophysen. *tr* = Trachee; *g* = Analganglion; *m* = Muskelzellen; 2 = mittlere Gonapophysen.

Umgeben ist das ganze von den Fortsätzen des Chitinskelets, den anschließenden Muskeln und Bändern vom Legesäbel. Dieser Ovipositor stellt zusammen mit der Subgenitalplatte den äußeren Teil des ♀ Geschlechtsapparates dar und besteht aus 6 Teilen. Im Verlauf der Untersuchung der postembryonalen Entwicklung des Ovipositors von Tachycines asynamorus Adel. kann man die erste Anlage nach der zweiten Häutung feststellen (Abb. 20). Ein nach dem Muster von *Cappe de Baillon* aufgestelltes Diagramm von Tachycines asynamorus Adel. zeigt, daß diese Spezies eine Zwischenstellung zwischen Locusta und Gryllus einnimmt, die hinsichtlich der Entwicklung des Legesäbels und auch hinsichtlich der Anzahl der Häutungen eine Annäherung an die Grylliden zeigt.

Rein äußerlich sind in der Region des 8. und 9. Sternits 3 Paare von angelegten Gonapophysen zu erkennen. Dabei zeigt sich, daß ein Paar

ihren Ursprung im 8. Sternit, die beiden anderen Paare aber im 9. Sternit haben. Von den beiden letzteren Paaren liegt das mittlere schon zum Anfang der Entwicklung sehr eng zusammen, und ein Längsschnitt (Abb. 21, S. 109) zeigt, daß diese getrennt erscheinenden Gonapophysen eine gemeinsame Basis haben. Ein Querschnitt durch diese erste äußere Anlage des Legesäbels läßt bereits eine gewisse Einpassung der 6 Gonapophysen erkennen. Die Matrixzellen bilden nach außen eine starke Chitinschicht vor jeder Häutung, die entsprechend ihrer cuticularen Herkunft behaart ist.

Die Färbung der Gonapophysen ist von Anfang der Entwicklung bis zum letzten Jugendstadium etwa weißlichgrau im Gegensatz zur bräunlichen Färbung der Imago.

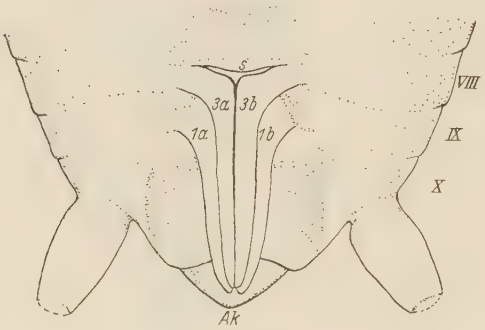


Abb. 22.

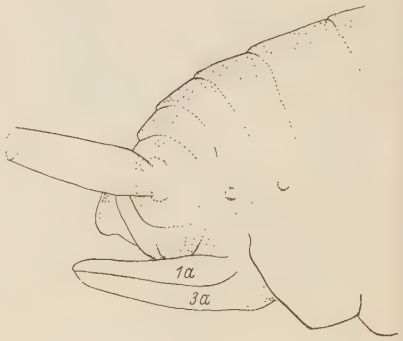


Abb. 23.

Abb. 22. Ventralansicht der Abdominalspitze eines ♀ Jugendstadiums nach der fünften Häutung (etwas schematisiert). 1a, 1b = obere Gonapophysen; 3a, 3b = untere Gonapophysen, mit den oberen die Legeröhre einschließend; *Ak* = Analklappe; *s* = Anlage der Subgenitalklappe. Vergrößerung: 50:1.

Abb. 23. Seitenansicht der Abdominalspitze eines ♀ Jugendstadiums nach der fünften Häutung. Durch das zunehmende Wachstum des Ovipositors erfolgt eine Streckung der Sternite und eine Stauchung der Tergite (etwas schematisiert). Vergrößerung: 50:1.

Bis zur 5. Häutung ist das Wachstum des Legeapparates sehr gering. Erst im 6. Stadium (Abb. 22; 23) erfolgt eine stärkere Streckung und Verfalzung der Gonapophysen, sowie eine deutliche Anlage der Subgenitalplatte, die vom 8. Sternit gebildet wird. Ventral gesehen, sind die Gonapophysen des 8. Sternits kürzer als die dorsalen des 9. Sternits. Die mittleren Gonapophysen, dazu bestimmt, die eigentliche Legeröhre zu bilden, sind bereits nach oben von dem dorsalen und nach unten von dem ventralen Paar umgeben. Zugleich beginnt mit der Streckung des Ovipositors die allmähliche Verschiebung der Afteröffnung zur Dorsalseite, sowie die sich daraus ergebende Stauchung der Tergite.

Ein Querschnitt dicht über der Basis zeigt deutlich die Größenverhältnisse der Gonaphophysen. Das dorsale Paar ist das am mächtig-

sten entwickelte und umschließt die eigentliche Legeröhre, die den Ansatz der paarigen Fortsätze erkennen läßt. Die ventralen Gonapophysen sind noch zur Hälfte von den dorsalen umgeben.

In den nächsten Stadien nimmt die Größe des Legesäbels bedeutend zu. Die Falzung unterscheidet sich kaum von der des 6. Stadiums. Nur die Chitinschicht wird stärker, und der Querschnitt erscheint ovaler. Zu der Gesamtfärbung kommt an der Basis auf jeder Seite beim 8. und 9. Stadium ein schwärzlicher Streifen. Die Behaarung beschränkt sich auf den Ansatz des Ovipositors.

Nach der letzten Häutung erscheinen der ausgefärbte Legesäbel und die Subgenitalplatte tiefbraun; ihre Beschaffenheit ist im Vergleich zu den vorhergehenden Stadien hart. Die ventralen Gonapophysen sind am Ende der unteren Kante deutlich gezähnt, ähnlich wie ein Sägenblatt (Abb. 24). Es handelt sich um 15—20 Einkerbungen.

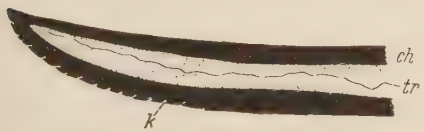


Abb. 24.

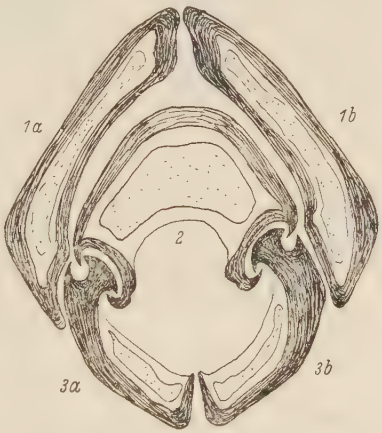


Abb. 25.

Abb. 24. Spitze einer ventralen Gonapophyse mit den charakteristischen Einkerbungen (von innen gesehen). *ch* = Chitin; *k* = Kerbe; *tr* = Trachee. Vergrößerung: 20:1.

Abb. 25. 3 mm über der Basis quergeschnittener Legesäbel der Imago. 1a, 1b = obere Gonapophysen; 2 = Legeröhre; 3a, 3b = untere Gonapophysen. Vergrößerung: 25:1.

Ein 3 mm über der Basis geführter Querschnitt zeigt uns die für Tachycynes asynamorus Adel. typische Falzung der mittleren Legeröhre mit den ventral gelegenen Gonapophysen (Abb. 25). Die dorsalen Teile passen sich an dieser Stelle nach innen nur etwas ein, ohne einen besonderen Falz zu bilden, wie dies bei anderen Tettigoniiden der Fall ist. Der Hauptfalz ist sehr scharf eingefügt, läßt aber eine Bewegung der einzelnen Teile gegen- und auseinander zu, um so für das in den Boden gleitende Ei genügend Spielraum zu gewährleisten und es trotzdem zu schützen.

An der Stelle, an der die beiden Ovidukte zusammentreffen, fand *Cappe de Baillon* bei Locusta und Gryllus 2 kleine Drüsen, die ich bei Tachycines asynamorus Adel. vergeblich gesucht habe. Bemerkenswert ist noch, daß die Enden der Ovariolen sich zu je einem Endfaden vereinigen, die beträchtlich lang sind und bis zum ersten Thoraxtergit reichen.

In welchem Maße dem in die Erde gleitenden Ei Schutz geboten und ein Versenken auch in härteren Boden möglich gemacht wird, erhellt

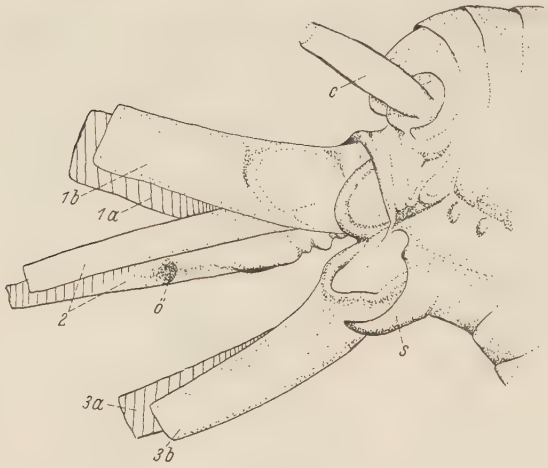


Abb. 26. Der Ovipositor der Imago, die einzelnen Teile auseinander gezogen (lateral gesehen, Fortsätze terminal abgeschnitten). 1a, 1b = obere Gonapophysen; 2 = Legeröhre mit den paarigen Fortsätzen; ö = Öffnung der Legeröhre; 3a, 3b = untere Gonapophysen; s = Subgenitalplatte; c = Cerci (Behaarung fortgelassen). Vergrößerung: 5:1.

ein genaueres Betrachten der einzelnen Teile des Ovipositors, die in das Abdomen unter der Afteröffnung hineinragen.

Ein Übersichtsbild (Abb. 26) erhält man bei einer Lateralansicht, wenn man zu diesem Zweck die einzelnen Teile etwas auseinanderzieht. Die Zusammengehörigkeit der oberen Gonapophysen und der Legeröhre und der unteren Gonapophysen mit der Subgenitalplatte (die als Bildung des 8. Sternitis zu betrachten ist) kommen zum Ausdruck. Betrachtet man nun die von Sehnen und Muskeln befreiten Teile einzeln, so gewahrt man, daß allen Teilen lange, in das Abdomen zum Ansatze der Bänder und Muskeln hineinreichende Fortsätze eigen sind (Abb. 27). Von den paarigen Gonapophysen sind nur die der einen Seite abgebildet (1a, 3a), da die anderen in ihrem Aufbau diesen entsprechen.

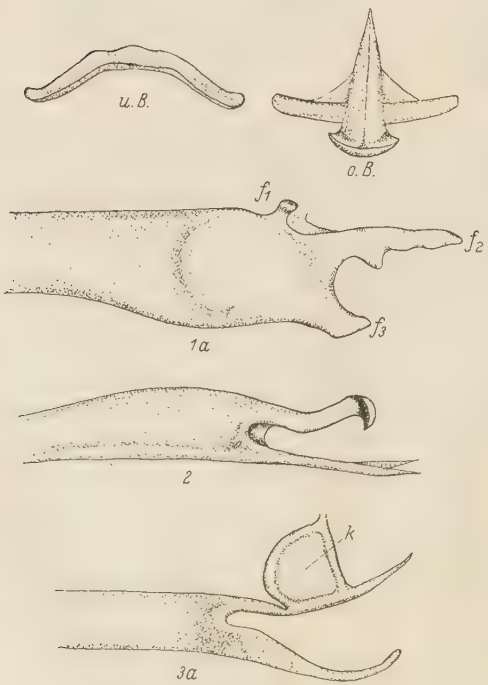


Abb. 27.

Abb. 27. Die Chitinteile der Gonapophysen und ihre Anhänge. 1a = rechte obere Gonapophysen, vom IX. Sternit gebildet; 2 = mittlere unpaare Gonapophysen, die eigentliche Legeröhre, aus einer paarigen Anlage des IX. Sternits entstanden; 3a = rechte untere Gonapophysen, vom VIII. Sternit gebildet; o. B. = oberer Bügel; u. B. = unterer Bügel. Vergrößerung: 8:1 (Fortsätze terminal abgeschnitten).

Die mächtigsten Gonapophysen sind, wie schon am Querschnitt erkenntlich, die oberen beiden. Sie besitzen jede 3 Fortsätze, von denen der obere kleine (f 1) auf jeder Gonapophyse als Ansatzstelle für den oberen Bügel (o. B.) dient, wie dies auf der Abbildung des zusammengesetzten Chitinskelets zu erkennen ist (Abb. 28). Der untere Fortsatz (f 3) bildet an beiden Gonapophysen den Ansatz für den unteren Bügel (u. B.). Beide Bügel verhindern bei dem Hineinbohren des Legesäbels in die Erde ein Zusammendrücken des Eierganges und sind zugleich, besonders der obere, wichtige Ansatzstellen für Muskeln. Zwischen die Bügel ragen die Fortsätze der Legeröhre, 3 an der Zahl. Der obere, geigenkopfähnlich gestaltete Fort-

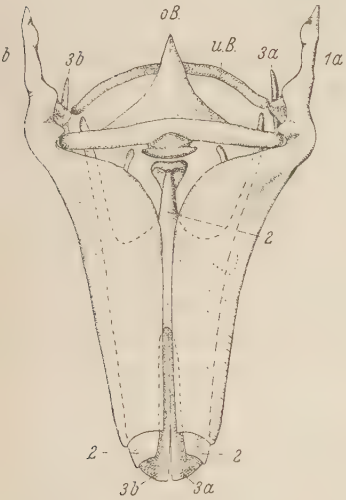


Abb. 28.

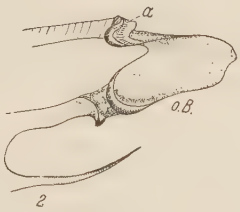


Abb. 29.

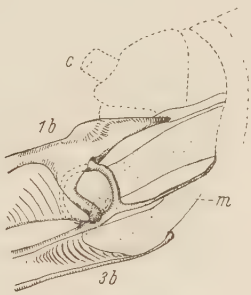


Abb. 30.

Abb. 28. Das in das Abdomen hineinragende Chitinskelet des Ovipositors der Imago (dorsal gesehen). 1a, 1b = obere Gonapophysen; 2 = Legeröhre; 3a, 3b = untere Gonapophysen; *oB* = oberer Bügel; *uB* = unterer Bügel (Fortsätze terminal abgeschnitten). Vergrößerung: 17:1.

Abb. 29. Die Verbindung des oberen Bügels mit dem geigenkopfähnlichen dorsalen Teil der Legeröhre. *oB* = oberer Bügel; *a* = Ansatzstelle für 1a (obere Gonapophyse); 2 = Legeröhre.

Abb. 30. Der seitliche Verschluß der oberen und unteren Gonapophysen zum Schutz der Legeröhre (von innen gesehen). 1b = obere Gonapophyse; 3b = untere Gonapophyse; *c* = Cerci; *m* = Muskel.

satz setzt mit starken Sehnen an den oberen Bügel an (Abb. 29). Die unteren Gonapophysen sind im Besitz nach oben stehender Klappen mit einem stärker chitinisierten Rahmen. Diese Klappen (k) verhindern einmal das Eindringen von Sandteilchen an der Übergangsstelle der oberen und unteren Gonapophysen; das andere Mal wirken sie verbindend zwischen den beiden Gonapophysen, wie dies auf Abb. 30 zu erkennen und etwas schematisiert wiedergegeben ist.

Alle Teile des Ovipositors stehen mit ihren Fortsätzen und den anschließenden Muskeln so um den Eiergang herum, daß heftige Bewegungen während des Einbohrens und die damit verbundenen Pressungen durch die Erde keine Gefahr für das Ei bedeuten.

2. Kopulation.

Bereits *Boldyrev*, *Gerhardt* und *Ebner* haben die Kopulationsvorgänge von Tachycines sorgfältig beobachtet und beschrieben. Meine Feststellungen in dieser Hinsicht decken sich im wesentlichen mit denen der genannten Autoren.

Entsprechend ihrer sonstigen Lebensweise findet die Kopulation nur in der Dunkelheit bzw. in der Dämmerung statt. Man kann sie oft mit Sicherheit beobachten, wenn die Geschlechter mehrere Tage getrennt gehalten und am Nachmittag des Beobachtungstages zusammengebracht werden. Der eigentlichen Begattung geht ein Liebesspiel voraus, das je nach der Erregtheit der Partner von längerer oder kürzerer Dauer sein kann. Es besteht aus schnellem Hin- und Herlaufen, verbunden mit erregtem Fühlerspiel. Das ♂ kann dabei auch das ♀ mit dem Kopf an die Seiten des Abdomens stoßen, wonach sich beide gegenüberstehen, um sich lebhaft mit den vibrierenden Fühlern zu betasten.

Gerhardt teilt den Hergang der Begattung mit Recht in 3 Abschnitte ein, und ich lehne mich an diese Gliederung an.

Abschnitt 1. Nach beendetem Liebesspiel kriecht das ♂ rückwärts unter das ♀, das den Körper durch Strecken seiner Beine erhebt. Danach macht das ♀ eine Vorwärtsbewegung, um bei dem ♂ in der Gegend des ersten und zweiten Abdominaltergites zu lecken. An dieser Stelle befinden sich subcuticulare Sekretdrüsen, die den ausstülpbaren Duftorganen von Troglophilus zwischen dem 6. und 7. Abdominaltergit homodynam sind (nach den Untersuchungen von *Seliskar* handelt es sich um Einstülpungen der Intersegmentalhaut mit drüsig differenzierender Hypodermis). Dieses Sekret des ♂ übt nach *Gerhardt* auf das ♀ den starken Einfluß aus, welcher die Aktivität des ♀ zur Einleitung der Begattung erklärt. Nachdem sich der Penis herausgestülpt hat, quillt zunächst der unpaare, Spermien enthaltende Teil der Spermatophore heraus, den *Boldyrev* als „Flacon" bezeichnet. Danach folgen die beiden, an der Luft zu zähem Schleim erhärtenden kugligen Klumpen, welche den Spermatophylax bilden.

Abschnitt 2. Es gilt nun, die auf dem Penis ruhende Spermatophore an die Genitalöffnung des ♀ zu applizieren. Durch die zangenförmigen Forcipes oder Parameren wird die Spermatophore gehalten und mit einer Bewegung „von hinten unten nach vorn oben" so angeheftet, daß der Spermien enthaltende Teil mit seinem Hals in die Vulva ragt. Die Subgenitalplatte des ♀ wird dabei heruntergeklappt. Der paarige Spermatophylax ragt vor der Subgenitalplatte nach vorn (Abb. 31).

Abschnitt 3. Der mit der Spermatophore noch immer verbundene Penis entläßt jetzt aus seiner Öffnung eine von den Sekretdrüsen gelieferte durchsichtige Flüssigkeit, welche den paarigen Teil umgibt. In den

meisten Fällen beginnt nun wieder das ♀, zwischen den Abdominaltergiten des ♂ zu lecken. Dieses beginnt mit ruckartigen Vorwärtsbewegungen, um den Penis von der Spermatophore zu befreien, was in der Regel nach wenigen Versuchen gelingt; danach entfernt sich das ♂. Es krümmt sich dann das Abdomen mit dem noch ausgestülpten Penis nach vorn, um ihn mit Hilfe der Mundwerkzeuge zu reinigen.

Das ♀ bleibt fast immer sitzen, um mit dem Verzehren der Spermatophore zu beginnen. Dieses Auffressen der Spermatophore gehört zu den Eigentümlichkeiten der Laubheuschreckenweibchen. Hieraus erklärt sich auch die Ausbildung eines Spermatophylax, um den Übertritt des Samens nicht durch das Gefressenwerden zu gefährden. Die schleimige Konsistenz des Spermatophylax bewirkt, daß das Verzehren desselben von Tachycines asynamorus Adel. bis zu 2 Stunden dauert. Es ist ein eigenartiger Anblick, wenn ein ♀ an dem unter dem Leib entlang gezogenen zähen Schleim kaut. Nach dem Verzehren des Spermatophylax wird der nunmehr leere Samenbehälter aufgefressen, der mit Hilfe einer Ankervorrichtung gut befestigt ist. Die gute Befestigung ist am besten zu erkennen, wenn man den Samenbehälter mit einer Pinzette abnimmt. Häufig kann man beobachten, daß dieser unpaare Teil der Spermatophore lange Zeit von den ♀♀ mitherumgetragen wird, ohne ihn sogleich nach dem Spermatophylax abzufressen.

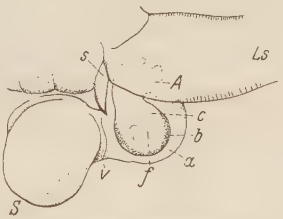


Abb. 31. An die Genitalöffnung des ♀ angeheftete Spermatophore (in Anlehnung an Boldyrev, etwas verändert). *S* = Spermatophylax; *v* = Verbindungsstück; *f* = „Flacon" (Spermien enthaltender Raum); *a*–*b*–*c* = äußere, mittlere und innere Schicht der Spermatophore; *A* = Ankervorrichtung; *s* = Subgenitalplatte; *Ls* = Legesäbel. Vergrößerung: 5:1.

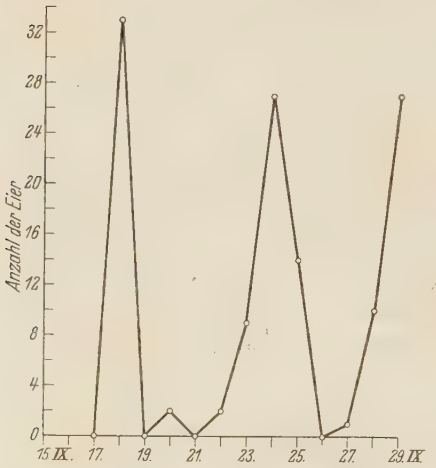
Zum Bau des Penis ist zu bemerken, daß nach dem rudimentären, chitinisierten Titillator eine starke Aufwölbung erfolgt, an deren Seite je 2 Parameren entspringen, von denen die unteren nach meinen Beobachtungen nicht immer doppelt gekrümmt zu sein brauchen, wie dies *Gerhardt* feststellte. An einigen Stellen der Parameren finden sich Sinneshaare. Die vielen um die Geschlechtsöffnung liegenden Wülste sind an ihren Rändern chitinisiert. Die Länge des Penis beträgt etwa 1,5—2,0 mm.

3. Eiablage.

Entsprechend der sonstigen Lebensweise findet auch die Ablage der Eier des Nachts statt. Bevor ein ♀ dazu schreitet, prüft es den Boden, indem es eine Stelle nach der anderen mit Hilfe der Palpen sorgsam betastet. Die Antennen treten ebenfalls in rege Tätigkeit — kurz, das ♀ ist im ganzen sehr erregt und geschäftig. Hält es eine Ecke zur Ablage für günstig, so verharrt es dort ruhig einen Augenblick, um

dann plötzlich den Körper hochzustrecken und in dieser Stellung den Legesäbel senkrecht nach unten zu biegen. Danach führt es den Legesäbel langsam bis zur Basis in die Erde. Einige Sekunden bis zu einer halben Minute dauert das eigentliche Legen des Eies, worauf das ♀ den Legeapparat unter heftigen Hin- und Herbewegungen wieder aus der Erde zieht. Als Abschluß kratzt das ♀ mit dem Legeapparat das entstandene Loch wieder zu, bringt den Legesäbel und den Körper in die alte Lage, um eine neue Stelle für die Ablage des nächsten Eies zu suchen. Die Eier werden stets einzeln, und zwar 0,7—1,2 cm tief, senkrecht lagernd, abgelegt.

Die Anzahl der abgelegten Eier während einer Nacht schwankte bei den von mir beobachteten Tieren zwischen 1—35 Stück. Trotz vieler Beobachtungen, die sich bei einigen ♀♀ über 3 Monate erstreckten, konnte ich niemals mehr Eier feststellen. Ich hebe dies hervor, weil *Boldyrev* (1912) bis zu 50 Stück fand, die in einer Nacht abgelegt wurden. Die Anzahl der Eier, die ein ♀ während seines Lebens legt, ist beträchtlich groß. Sie schwankt bei den von mir unter Beobachtung gehaltenen Tiere zwischen 150 bis 888 Stück im Gegensatz zu *Boldyrev*, der als obere Grenze 400 Stück angibt.



Kurve 1. Legekurve eines ♀ während der Dauer von 14 Tagen (vom 15. bis 29. September).

Zur Veranschaulichung der Ablage habe ich von einem ♀ während 14 Tagen Legezeit eine Kurve gezeichnet (Kurve 1), in der die Koordinaten einmal von den Tagen und zum anderen Mal von der Anzahl der gelegten Eier gebildet werden.

Auffallend war die Bevorzugung der hinteren Ecken der erdgefüllten, herausziehbaren Zinkbehälter in den Zuchtkästen bei der Eiablage. Dies erklärt sich aus der Lebensgewohnheit der Tiere, dann aber auch aus dem Bedürfnis heraus, feuchten Boden zu benutzen. Die Ecken sind im Terrarium wie auch im Gewächshaus erfahrungsgemäß am dunkelsten und auch am längsten feucht.

In welchem Maße die Ecken benutzt werden, sollen die 3 nachfolgenden Tabellen zeigen, die meine Beobachtung von 4 Weibchen während einer Zeit von 3 Wochen wiedergeben. Zum Verständnis erinnere ich an die Bauart der Zuchtkästen. Es wurden nur die hin-

teren Ecken belegt, während die anderen wegen des täglichen Öffnens des Wärmeschrankes und des damit verbundenen Eindringens des Lichtes fast unbenutzt blieben. Jede Ecke habe ich 9 qcm groß angenommen; das übrige zur Ablage benutzte Erdreich lag meist dazwischen.

1. Woche.

	Rechte Ecke	Linke Ecke	Im übrigen Erdreich	Insgesamt
1	22	14	19	55
2	1	3	4	8
3	20	14	20	54
4	12	10	8	30
	55	41	51	147

Eiablage von 4 Weibchen während der 1. Woche (vom 18. bis 24. VI.). Verhältnis der in den Ecken abgelegten Eier zu den übrigen wie: *1,9 : 1.*

2. Woche.

	Rechte Ecke	Linke Ecke	Im übrigen Erdreich	Insgesamt
1	11	6	6	23
2	9	5	13	27
3	12	4	11	27
4	12	12	3	27
	44	27	33	104

Eiablage von 4 Weibchen während der 2. Woche (vom 25. VI. bis 1. VII.). Verhältnis der in den Ecken abgelegten Eier zu den übrigen wie: *2,1 : 1.*

3. Woche.

	Rechte Ecke	Linke Ecke	Im übrigen Erdreich	Insgesamt
1	2	10	12	24
2	29	25	22	76
3	22	14	10	47
4	19	8	10	37
	72	57	55	184

Eiablage von 4 Weibchen während der 3. Woche (vom 2. bis 8. VII.). Verhältnis der in den Ecken abgelegten Eier zu den übrigen wie: *2,3 : 1.*

h) Eiruhe, Schlüpfvorgang und Entwicklung der Jugendstadien.

Von 60 Eiern, die unter gleichen Bedingungen untergebracht waren, erhielt ich als Mittelwert für die Eiruhe 124 Tage. Man kann die Dauer der Eiruhe als lang bezeichnen, wenn man z. B. die Kürze der warmen Jahreszeit in Deutschland zum Vergleich heranzieht. Da aber in diesem Falle die Abhängigkeit von der Außentemperatur wegfällt und

Eier zu jeder Zeit abgelegt werden, so kommt bei ihrer großen Zahl doch die Möglichkeit einer starken Vermehrungsziffer in Frage. Eine große Rolle spielt bei der Eientwicklung die relative Bodenfeuchtigkeit. Ist nämlich der Boden längere Zeit trocken, dann beginnen die Eier an irgendeiner Stelle zu schrumpfen, da sie während ihrer Entwicklung als Ausgleich zur Verdunstung Wasser osmotisch aufnehmen müssen. Bei anhaltender Dürre können sie daher ganz eintrocknen. Die stetige Entwicklung des Embryo leidet also demnach bestimmt unter kleineren Trockenperioden, wie sie trotz schärfster Kontrolle in der Gefangenschaft vorübergehend auftreten können. Aus diesem Grunde sind auch die Schwankungen der beobachteten Eiruhe beträchtlich, die kürzeste Zeit beträgt 58, die längste dagegen 170 Tage.

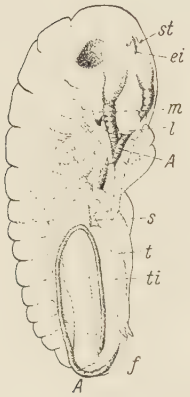


Abb. 32. Embryo, kurz vor dem Schlüpfen (Antennen stärker punktiert). *st* = Stirnhöcker; *ei* = Eizahn; *m* = Mandibel; *l* = Labrum; *A* = Antenne; *s* = Sprungdorn; *t* = Tarsus; *ti* = Tibie; *f* = Femur (*t*, *ti* und *f* vom Sprungbein). Vergrößerung: 25:1.

Rückblickend auf viele Beobachtungen kann ich sagen, daß die meisten Eier in der Zeit von 90—120 Tagen nach der Ablage schlüpfreif sind.

Eine Betrachtung des Embryo kurz vor dem Schlüpfen ist wegen der Lage der langen Antennen interessant (Abb. 32). Wie auf der Abbildung zu erkennen ist, liegen die Antennen, nachdem sie unter der Oberlippe zusammenkommen, an der Ventralseite unter den zusammengefalteten Gliedmaßen. Zwischen den Sprungbeinen kommen sie dann vor und folgen an den Außenkanten auf jeder Seite dem Femur nach oben bis zu der Stelle, an der dieser an den Trochanter ansetzt. Dort biegt sich die Antenne wieder nach unten, um sich in die Rille zwischen Femur und Tibie einzulagern, so daß die Spitze an der Stelle liegt, an der sich Femur und Tibie verbinden.

Der Schlüpfvorgang wird durch das Platzen des Chorions eingeleitet, das, wie wir bei dem Abschnitt g3 „Eiablage" gesehen haben, an der Längsseite gesprengt wird. Zumeist erfolgt das Aufplatzen regelmäßig, kann aber auch unregelmäßig vor sich gehen. Etwa 1—4 Tage nach dem erfolgten Platzen der äußeren Schale beginnt sich der Embryo zu dehnen und zu strecken. Der Riß verlängert sich daraufhin unter Mithilfe des Eizahnes bis zur Spitze des Eies, um den nun herausdringenden Kopf freizugeben (Abb. 33), der sofort beginnt, sich in dem Erdreich einen Weg zu bahnen. Die Bahn führt danach allmählich etwas schräg zur Oberfläche. Sofort nach dem Durchstoßen zur Oberfläche beginnt das geschlüpfte Tier mit der Embryonalhäutung.

Bereits einige Zeit vor dem Schlüpfen ist nach Entfernung des Chorions zwischen den Augen eine Chitinnaht zu bemerken (Abb. 34). Bei näherer Betrachtung handelt es sich um eine gezähnte Chitinlamelle, die in Richtung der Körperachse verläuft und als sog. Eizahn präformiert ist, um das Platzen des Chorions zu gewährleisten.

Cappe de Baillon, der bei vielen Locustiden und Grylliden diese „lame de rupture" untersucht hat, weist darauf hin, daß der gerade Verlauf der Chitinlamelle in Richtung der Körperachse für die Embryonen der Locustiden charakteristisch sei.

In unserem Falle ist die Chitinlamelle kammartig erhaben und durchschnittlich 0,22 mm lang. Es sind 3 stärkere Zähne zu bemerken, von denen der oberste auch der größte ist. Betrachtet man den Eizahn von innen, so sieht man deutlich, daß die Zähnchen 2 Ränder verbinden, die sich in der Embryonalhaut fortsetzen. Umgeben wird die Lamelle von zwei rhombischen Feldern starker chitinisierter Haut, die sehr porig erscheint. Eine Unterbrechung des Eizahnes, wie dies *Cappe de Baillon* bei Meconema fand und scheinbar als charakteristisch abbildete, fand

Abb. 33.

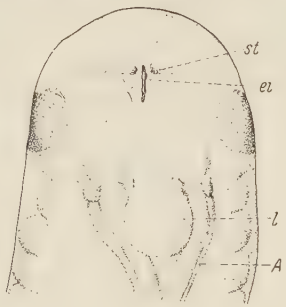


Abb. 34.

Abb. 33. Einige Phasen des Schlüpfvorganges. (Die Eier wurden kurze Zeit vor dem Schlüpfen aus der Erde genommen.) Vergrößerung: 5,5:1.

Abb. 34. Der Kopf eines fast schlüpfreifen Embryo mit ausgebildetem Eizahn. *ei* = Eizahn; *st* = Stirnhöcker; *l* = Labrum; *a* = Antenne. Vergrößerung: 30:1.

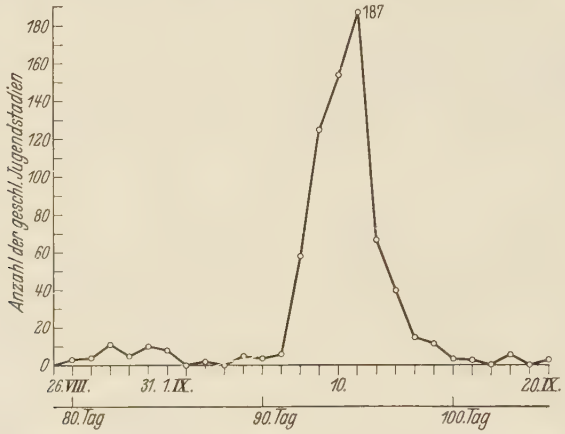
ich bei Tachycines nicht. Er war stets in der beschriebenen Weise durchgehend. Die braune Pigmentierung des Körpers schimmert schon beim Embryo durch die Amnionhaut, was *Cappe de Baillon* ebenfalls als charakteristischen Unterschied gegenüber den Grylliden bewertet.

Von der Embryonalhaut ist zu sagen, daß sie dem schlüpfenden Tier ein wurmähnliches Aussehen verleiht, da sie ein unsegmentiertes Chitinhäutchen darstellt. Früher nahmen die Autoren an, diese Haut würde dem Amnion entsprechen. Es handelt sich aber um eine unter dem Amnion gebildete Exuvie, die vielleicht als Schutzhülle für das Durcharbeiten durch die Erde zu werten ist. Diese erste Häutung, die nach dem Hervordringen aus der Erde erfolgt, wird bei der Anzahl der Häutungen nicht besonders berücksichtigt, da sie unmittelbar nach dem Schlüpfen stattfindet.

Nach dem Zerreißen der Embryonalhaut, bewirkt durch starkes Zusammenziehen und Strecken des Kopfes, befreit sich dieser zunächst aus der Haut. Gleich darauf folgt das erste Beinpaar, das durch Strampelbewegungen dem mittleren hilft. Am meisten Schwierigkeiten bereiten die Fühler, die von den letzten Teilen der Haut nur durch heftige Bewegungen der Sprungbeine befreit werden können. Ist dies gelungen,

dann werden die Antennen sofort nach vorn ausgestreckt. Zuletzt häuten sich die Sprungbeine und Cerci. Die letzteren sind bei Störungen oft noch mit der Exuvie behaftet und schleppen diese dann einige Zeit mit herum. Im Normalfalle wird die abgestreifte Haut ganz oder zum Teil aufgefressen. Im Anschluß an die Häutung beginnt die Ausfärbung der weiß bis hellbraunen Tiere bis zu einem schwarzen Farbton.

In welchem Maße das Schlüpfen der Eier von Temperatur und Feuchtigkeit abhängig ist, zeigt die Kurve 2, auf der die Ordinate die Anzahl der geschlüpften Jugendstadien und die Abszisse die Dauer der Eiruhe in Tagen angibt. Es handelt sich um die Schlüpfkurve von



Kurve 2. Schlüpfkurve von etwa 742 Eiern, die ein ♀ in $2^1/_2$ Monaten abgelegt hatte (vom 1. V. bis 17. VII.). Die Jugendstadien schlüpften in der Zeit vom 27. VIII. bis 21. IX. (vom 80. Tag bis zum 105. Tag).

742 Eiern, die von einem ♀ während $2^1/_2$ Monaten abgelegt wurden. Sämtliche Eier wurden in einem entsprechend großen Glasgefäß untergebracht; als Anfangstag der Eiruhe wurde der 39. Tag ($2^1/_2$ Monate = 76 Tage) gewählt, um einen Mittelwert zu bekommen. Von der Feuchtigkeit der Erde war die Entwicklung der Eier gleichmäßig abhängig; die Luftfeuchtigkeit schwankte zwischen 65—75%, die Temperatur zwischen 21,5—23,5°.

Hier möchte ich noch anfügen, daß sich mit der Zeit auf und in dem lockeren Erdreich Schimmelpilze ansiedelten. Daneben traten, mitunter in großer Zahl, Milben der Art Tyrophagus dimidiatus (*Hermann* 1804)[1] auf, die jedoch, wie auch die Pilze, den hart beschalten Eiern nichts anzuhaben vermochten.

Die Aufzucht der Jugendstadien erfolgte bis zum 5. Stadium in den erwähnten Mäusezuchtgefäßen. Es waren immer 10—20 Stück zusammen. Da die Ausfärbung eine geraume Zeit dauert und sich danach

[1] Synonym ist Tyroglyphus longior Gervais (1844).

auch die Tiere von den anderen durch die zarten Farbtöne unterscheiden, konnte ich die Zeitspannen der Häutungen verhältnismäßig gut übersehen. Bei den größeren Jugendstadien verwandte ich zur genauen Unterscheidung chinesische Tusche, die ich mit Hilfe eines feinen Pinsels auf das Prothorakal-Schild tupfte, um so die Häutung kontrollieren zu können. Ein weiteres Mittel zur Kontrolle der Häutung ist die Isolierung des betreffenden Tieres und die Untersuchung des Kotes, in dem sich nach erfolgter Häutung dann die unverdaulichen chitinigen Exuvienreste auffinden lassen müssen.

Die Züchtung der Jugendstadien ist bei guter Pflege einfach, dauert aber sehr lange und erfordert stets genaue Beobachtungen. Die Werte der Tab. 5 beziehen sich auf die Entwicklungszeiten von Jugendstadien, denen während ihres Wachstums pflanzliche und tierische Nahrungsstoffe zur Verfügung standen. Die Mittelwerte der Stadien erhielt ich immer von 20—30 (später nur 10) Individuen, außerdem habe ich den frühesten und spätesten Häutungstermin angegeben. Da doch sämtliche Tiere bei gleichen äußeren Bedingungen aufwuchsen, sind die Unterschiede beträchtlich groß und weisen den Beobachter darauf hin, wie erheblich die individuellen Entwicklungsunterschiede sein können.

In einer Zucht fanden sich an den Tieren mitunter in großer Zahl Milben. Es waren Deutonymphen der Art Histiostoma sapromyzarum (*Dufour* 1839). Da sie als Deutonymphen keine Nahrung zu sich nehmen, kommen sie für die Tachycines nur als Raumparasiten in Frage. Die genannte Art ist in der Auswahl ihrer Wirtstiere nicht wählerisch. Interessant ist dagegen das Vorkommen einer Deutonymphe der Art Caloglyphus spinitarsus (*Hermann* 1804) am Kopfe einer Gewächshausheuschrecke.

Diese Spezies ist auf phytophage Lamellicornier spezialisiert und bisher nur dort gefunden worden. Ein entsprechender Käfer oder seine Larve sind nicht in der Zucht aufgetreten. Es besteht die Möglichkeit, daß die Milben mit der Erde in den Zuchtbehälter gelangt sind. Sie haben zweifellos in Ermangelung von Lamellicorniern die Tachycines zu Wirtstieren benutzt.

Tabelle 5.

Stadium	Frühester Häutungstermin (nach Tagen)	Mittlere Dauer des Stadiums (nach Tagen)	Spätester Häutungstermin (nach Tagen)	Dauer, über welche sich die Häutung erstreckt (nach Tagen)
I	10	14	23	13
II	11	15	37	26
III	14	15,5	33	19
IV	19	22	30	11
V	8	18,5	22	14
VI	13	15,5	18	5
VII	13	23	31	18
VIII	18	26	30	12
IX	17	29	45	28
X	22	32	41	19
	145	210,5	310	
		Mittlere postembryonale Entwicklungszeit		

Vielleicht ist dies ein kleiner Hinweis darauf, daß die Spezialisierung bestimmter Formen im Notfalle aufgehoben wird und die Grenzen entsprechend weiter gezogen werden.

Unberücksichtigt ließ ich auffallend zurückgebliebene Jugendstadien. So hatte ich z. B. in einem Zuchtgefäß neben 26 normalen Tieren des VII. Stadiums 2 Kümmerformen, die sich noch immer im II. Stadium befanden. In diesen wie auch in ähnlichen Fällen spielten sicher krankhafte Veränderungen eine Rolle, da die Tiere meist eingingen. Eine Berücksichtigung würde darum zu falschen Gesamtbildern führen.

Bei Betrachtung der Tab. 5 erkennt man, daß die Dauer der einzelnen Stadien, abgesehen von Nr. 4, allmählich zunimmt. Im ganzen unterscheiden sich aber die Zeiten der mittleren Dauer nicht erheblich.

Zusammenfassend erkennt man, daß die postembryonale Entwicklung im Mittel etwa 210 Tage dauert. Rechnet man hierzu die Dauer der embryonalen Entwicklung (Zeit: 90—120 Tage), so beträgt die Gesamtentwicklungsdauer etwa 10—11 Monate.

Die kürzeste Entwicklungszeit während der Aufzuchten konnte ich bei einem ♀ feststellen. Es schlüpfte nach 120 Tagen Eiruhe am 20. IX. 1933 aus, häutete sich am 14. II. 1934 zur Imago und legte bereits am 22. II. 1934 8 Eier. Hierfür kommen also etwa die frühesten Häutungstermine der Tab. 5 zur Veranschaulichung dieser $^3/_4$jährigen Entwicklung vom Ei zum geschlechtsreifen Tier.

Im Vergleich zu anderen Schädlingen ist die Entwicklungsdauer als langsam anzusprechen. Die große Anzahl der Eier, sowie die Zähigkeit der Tiere in sämtlichen Stadien und die von den Jahreszeiten unabhängige ständige Vermehrung lehren uns, daß sich ein Schädling trotz einer verhältnismäßig langen Entwicklung in relativ kurzer Zeit stark vermehren kann. Außerdem muß immer berücksichtigt werden, daß bei einem optimalen Zusammenspiel sämtlicher notwendiger Faktoren die Entwicklungszeit sicher eine kürzere sein kann.

Zurückblickend auf die Schlüpfkurve ist auch, wenn die verborgene Lebensweise der Tiere mit in Betracht gezogen wird, ein plötzliches Auftreten in Massen und ein damit verbundener Schaden, z. B. an Sämereien, ohne weiteres erklärlich. Dies lehrte auch in vielen Fällen die Praxis, wo man auf einmal von dem Schaden betroffen war, ohne eine genaue Kenntnis von dem Vorhandensein des eigentlichen Schädlings zu besitzen.

VII. Der Schadbereich und die Schädigungen von Tachycines asynamorus Adel. im Rahmen eines Gartenbaubetriebes.

Wie wir gesehen haben, ist zu dem Fortkommen von Tachycines eine Gewächshausanlage in einem gärtnerischen Betrieb Vorbedingung. In diesen Anlagen, mögen sie größer oder kleiner sein, finden wir stets eine Aufteilung in bestimmte Temperaturbezirke, welche den verschiedenen Pflanzenarten und ihrer Kultur Rechnung tragen. Für Tachycines kommen in allen Fällen immer die wärmsten Häuser einschließlich der Heizanlagen als Lebensraum in Betracht. In diesen ausgesprochenen Warmhäusern findet in fast allen Fällen die generative

und vegetative Vermehrung der gärtnerisch wichtigen Topfpflanzen statt. Das bedeutet, daß alle Kulturen dieser Pflanzen die erste Zeit ihrer Entwicklung, in der sie zugleich am anfälligsten sind, in den Warmhäusern durchmachen, sei es als Sämlinge oder als Stecklinge.

Um von dem Schadbereich eine Vorstellung zu bekommen, müssen wir uns die gebräuchliche Raumaufteilung in einem solchen Hause vor Augen führen, da dies natürlich in engem Zusammenhang mit den beschriebenen Lebensgewohnheiten und der daraus sich ergebenden Bekämpfung steht.

Über dem aus Erde bestehenden Boden erhebt sich zu beiden Seiten des 0,70—0,80 m breiten Ganges ein fortlaufender, etwa 0,90 m hoher und 1,00—1,10 m breiter Tisch, auf dem die Pflanzen bzw. Saat- und Stecklingsschalen stehen. Diese Tische bestehen in alten Warmhäusern aus Brettern, in neueren Anlagen aus Zementplatten und sind stets mit einer starken Schicht feuchten Torfmulls bedeckt, um so ein leichtes Einsenken der Schalen und Töpfe zu gestatten. Die Heizrohre laufen fast immer dicht unter den Tischplatten entlang. Über den Tischen befindet sich eine Vorrichtung zum Einhängen von langen Brettern, um so den kostbaren Platz im Gewächshaus vergrößern zu können.

Außer den Hängebrettern können die Tachycines ohne Mühe mit Hilfe ihrer Tarsalkrallen alles erreichen, d. h. sie können Tischbeine aus Holz und Zement, sowie die Gewächshauswand erklimmen. Es ist ihnen jedoch nicht möglich, an den Glasscheiben entlangzulaufen, da ihnen tarsale Haftorgane fehlen. Das bedeutet für die Praxis, daß Saatschalen auf dem Hängebrett unversehrt bleiben.

Der Schadbereich ist also auf die Tischflächen und den Platz unter den Tischen in den wärmsten Häusern beschränkt. Da ferner den Tieren jegliches Grabvermögen fehlt, so reicht ein dicht schließender Gazekasten, den man über die Saatschalen deckt, als Schutz aus, denn nur die keimenden Samen werden in der kurzen Spanne ihres Auflaufens von Tachycines gefährdet (Abb. 2). Krautige und holzige Stecklinge sowie andere Jungpflanzen erleiden praktisch keinerlei Schädigung, die die Kultur gefährden könnte.

Angesichts dieser Begrenzung des Schadbereiches und somit auch des Schadens könnte man geneigt sein, Tachycines asynamorus Adel. als Schädling eine geringe Bedeutung beizumessen. Die Praxis lehrt jedoch, daß ganz enorme Schädigungen eintreten können, wenn folgende Gesichtspunkte bei Bewertung der Schädlichkeit der Schrecken berücksichtigt werden:

1. Bei lange liegenden Samen (z. B. Cyclamen) tritt beträchtliche Kulturverzögerung ein. Dadurch wird ein Teil der aufgewandten Unkosten eingebüßt (neben dem Nominalwert der Samen) und evtl. ein Ankauf von Jungpflanzen notwendig.

2. Ein großer, vielleicht unersetzlicher Verlust kann durch Schadfraß an kostbaren Sämereien (bei Zuchtversuchen, Samen aus dem Auslande, Neuheiten usw.) verursacht werden.

3. Allgemein wird bei Sämereien jeder Art eine Schädigung Zeitverlust mit sich bringen, da Neuaussaaten notwendig gemacht werden.

Zurückblickend ist zu sagen, daß der Schadbereich von Tachycines asynamorus Adel., an den Ausdehnungen von anderen Schädlingen gemessen, relativ klein ist. Er reicht aber dennoch aus, um, wie die 3 Punkte oben zeigen, im Rahmen eines Gartenbaubetriebes einen großen Verlust hervorzurufen, wenn keine entsprechenden Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.

VIII. Die Möglichkeiten einer Bekämpfung von Tachycines asynamorus Adel.

Vergegenwärtigt man sich die Verbreitung des Tieres und die immer mehr ansteigende Eroberung der Warmhäuser durch Tachycines asynamorus Adel., so sieht man allein schon daraus, wie schwer diese Tiere zu beseitigen oder gar vollständig zu vernichten sind. Wenn man sich fernerhin die einzelnen Stufen der Entwicklung im Zusammenhang mit der gesamten Lebensweise vor Augen führt, so wird wiederum die Schwierigkeit einer Bekämpfung ohne weiteres klar.

Viele Versuche der Praxis haben erwiesen, daß die sonst üblichen Mengen von angewandten Spritzmitteln und Gasen, wie sie mit Erfolg gegen andere Schädlinge gebraucht werden, für die Abtötung von Tachycines nicht ausreichen. Stärkere Konzentrationen anzuwenden, verbietet der Pflanzenbestand der Gewächshäuser. So stellte *Hahmann* fest, daß zum Abtöten der Heuschrecken bei Verwendung von Cyano-Gas die 11fache Menge des normalen Quantums gebraucht wird. Diese starke Vergasung halten aber die Pflanzen nicht mehr ohne Schädigung aus.

In der bisher darüber vorhandenen Literatur wird häufig empfohlen, die Warmhäuser zu räumen, um dann durch Herabsetzung der Temperatur, durch starkes Vergasen usw. sämtliche Warmhausschädlinge gleichzeitig zu beseitigen. Dieser an und für sich gut gemeinte Rat ist leider nicht zu befolgen, wenn man auch nur einigermaßen Verständnis für die Praxis und Platzmöglichkeit (besonders im Winter und im Frühjahr) in einem Erwerbsgartenbaubetrieb hat.

Die Bekämpfung der Eier durch Begießen der Erde unter den Stellagen mit kochendem Wasser ist wegen der dauernden Benutzung dieser Bodenfläche nur selten möglich. Außerdem brauchte man zum Abtöten der hart beschalten Eier sehr viel Wasser, was im Rahmen des Gewächshausbetriebes Schwierigkeiten bereiten würde. Ähnliche Schwierigkeiten stellen sich der Anwendung von Schwefeldämpfen und von Schwefelkohlenstoff (Miège) zur Vernichtung der Eier entgegen.

Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich sagen, daß man mit der von *Beck*, *v. Lengerken*, *Sorauer*, *Streiter* u. a. angeführten Methode

der Topf- und Flaschenfallen sehr gute Erfolge zeitigen kann, wenn man sie wenigstens 1 Jahr lang anwendet. Zu diesem Zweck werden in den wärmsten Ecken der Gewächshäuser glasierte Töpfe oder besser $^3/_4$- bis 1 Liter-Flaschen so in die Erde unter den Tischen eingegraben, daß die Topf- bzw. Flaschenöffnung mit der Bodenoberfläche abschneidet. Als Köder eignen sich Rum- und Bierreste, Zuckerwasser, Sirup usw. Die hineingeratenen Tiere können, da ihnen Haftlappen an den Tarsen fehlen, dann an den glatten Gefäßwänden nicht mehr emporklettern. Die Kosten für Arbeitszeit und Material sind außerordentlich gering. Vor allem ist zu beachten, beim Aufstellen der Fallen nur die wärmsten Ecken im Gewächshaus zu benutzen.

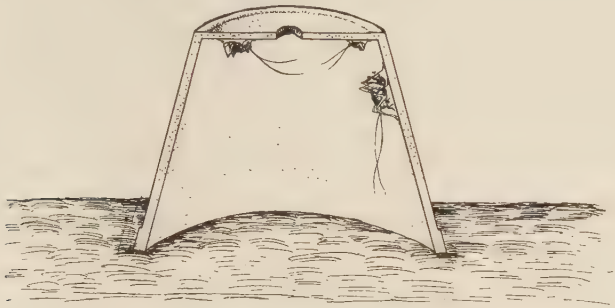


Abb. 35. Topffalle, gehälftet ($^1/_6$ natürliche Größe).

Bedenkt man, daß nur die keimenden Samen und zarten Sämlinge kurz nach dem Auflaufen befressen werden, so kann man zum Schutze der Saatschalen am besten die bereits erwähnten Gazekästen benutzen, welche die hier behandelten und gleichzeitig auch andere Schädlinge (Mäuse, Ratten, Schnecken usw.) fernhalten (Abb. 2).

Eine weitere einfache Methode wird oft von den Gärtnern angewandt, wobei — vielleicht unbewußt — die Lebensgewohnheit von Tachycines ausgenutzt wird. Die Gärtner stellen zum Fangen einen oder auch mehrere große Blumentöpfe verkehrt, also mit dem Boden nach oben, unter die Stellagen (Abb. 35). Auf diese Weise entsteht ein Schlupfwinkel für die Tiere, den sie in kurzer Zeit durch das im Boden befindliche Loch aufsuchen. Nach etwa einer Woche kann mit Sicherheit damit gerechnet werden, daß sich unter den Töpfen viele Gewächshausheuschrecken befinden. Um sie abtöten zu können, müssen die Blumentöpfe aufgehoben und, ohne sie umzudrehen, ins Wasser gestellt werden. Die Luft entweicht dann durch das im Topfboden befindliche Loch und das nachdringende Wasser tötet die Tiere ab.

Zum Schluß möchte ich noch darauf hinweisen, daß Unsauberkeit unter den Tischen und eine große Anzahl von Schlupfwinkeln wesentlich zum Gedeihen der Gewächshausheuschrecken beitragen.

IX. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Ablage der Eier erfolgt nachts einzeln 0,7—1,2 cm tief in die Erde.

2. Die Anzahl der während einer Nacht gelegten Eier schwankt zwischen 1 und 35 Stück. Die Ablage erfolgt in einem gewissen zeitlichen Rhythmus (vgl. Kurve).

3. Ein ♀ vermag während eines Lebens 150—888 Eier abzulegen.

4. Die Ablage der Eier in den Gewächshäusern erfolgt ständig (von unseren Jahreszeiten unabhängig).

5. Das Chorion platzt im Normalfalle einige Tage vor dem Schlüpfvorgang durch die Ausdehnung des Embryo in der Längsachse.

6. Etwa 3 Wochen vor dem Schlüpfvorgang bildet sich zwischen den Stirnhöckern in der Embryonalhaut eine chitinisierte Lamelle, die als sog. Eizahn an der Sprengung des Chorions mitwirkt.

7. Die mittlere Dauer der Embryonalentwicklung beträgt rund 4 Monate.

8. Zusammen mit der Embryonalhäutung finden 11 Häutungen statt.

9. Die mittlere Dauer der Entwicklung eines Jugendstadiums bis zur Imago beträgt rund 7 Monate.

10. Ein sicheres Unterscheidungsmerkmal der einzelnen Jugendstadien fehlt. Die Körperlänge sowie die Ausbildung des Legesäbels bei den ♀♀ geben einen ungefähren Anhalt für die Altersbestimmung. Eine Ausnahme macht das erste Stadium, das immer eine schwarze Gesamtfärbung aufweist.

Parallel mit der Entwicklung läuft eine Zunahme der Antennengliederzahl.

Die Cerci sind bei allen Stadien und den Imagines ungegliedert.

11. Jugendstadien und Imagines sind Dunkelheit liebende Tiere und gegen Lichtreize empfindlich; bei allen ist ein Geselligkeitstrieb vorhanden.

12. Die Gewächshausheuschrecken fressen vorzugsweise tote tierische Stoffe sowie lebende Blattläuse, außerdem aber unter Umständen auch krautige Pflanzen- und Blütenteile, mit Vorliebe aber quellende, keimende Samen. Reine Phytophagie ist nicht vorhanden und führt, zwangsweise angewandt, nicht zur Entwicklung bis zur Geschlechtsreife.

13. Die Mandibeln zeigen in ihrem Aufbau eine Zwischenstellung zwischen ausgesprochenen Räubern und Pflanzenfressern.

Die Ausbildung des Kopfskelets ist eine primitive.

Sämtlichen Stadien und den Imagines fehlen Ocellen.

14. Kannibalismus ist vorhanden.

15. Der ♀ Geschlechtsapparat besitzt 2 büschelförmige Ovarien, die von 45—50 Ovariolen gebildet werden. Das Receptaculum seminis

besitzt eine Anhangdrüse. Die Anhangdrüse des Ovipositors ist auffallend groß. Die unpaare Legeröhre wird von dem 9. Sternit paarig angelegt, was später an den freien Enden noch zu erkennen ist.

Das Chitinskelet des Ovipositors ähnelt mit seinem in das Abdomen hineinragenden Aufbau dem Typ, wie er bei den Grylliden vertreten ist.

16. Der Kropf ist außerordentlich groß und ermöglicht, auf einmal eine große Nahrungsmenge aufzunehmen.

Die Mitteldarmsekrete können in Proventriculus und Kropf eintreten und so eine Vorverdauung bewirken.

Dem Proventriculus ist eine zerkleinernde Funktion zuzuschreiben.

17. Der Schadfraß der Gewächshausheuschrecken erstreckt sich vor allem auf quellende und keimende Samen, sowie auf die zarten Sämlinge der Kulturpflanzen innerhalb der Warmhäuser. Jugendstadien und Imagines sind dadurch imstande, bedeutenden wirtschaftlichen Schaden hervorzurufen.

18. Als billigste und rationelle Bekämpfung erweist sich ein zielbewußtes Ködern in Flaschen- oder Topffallen, die mit Bierresten usw. (wie angegeben) gefüllt werden.

Ferner sind zur Bekämpfung umgestülpte Blumentöpfe zu verwenden, wie auf S. 125 ausgeführt ist.

X. Literaturverzeichnis.

Adelung, N., Ann. Mus. Zool. St. Petersbourg **7**, 56—75. — *Beier, M.*, Orthopteroidea II (Teil 26: Phasmodea, Saltatoria). In: Biologie der Tiere Deutschlands von P. Schulze. Berlin 1934. — *Berlese, A.*, Gli Insetti. Bd. I. Embriologia e Morfologia. — *Bey-Bienko, G.*, Ann. a. Mag. of Nat. Hist. Lond., X. s. **4**, 542—550 (1929). — *Boettger, C.*, Z. Morph. u. Ökol. Tiere **15**, H. 4, 682 (1929); **24**, H. 2, 400 (1932). — *Boldyrev, B.*, Rev. Russe Entomol. **11**, 437 (1911); **12**, 552, 571 (1912). — *Brohmer, P.*, Fauna von Deutschland. (Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt.) **1932**, 170. — *Cappe de Baillon*, Cellule **31** (1920); **32** (1922). — *Chopard, L.*, Bull. Mus. Nat. Hist. Natur. **20**, 234—235 (1914) — Bull. Soc. Entom. franc. Paris **1916**, 154—159; **1921**, Nr 14, 209—210. — *Ebner, R.*, Zbl. Bakter. II **14**, Nr 18—25, 587—594 (1916). (Received 20. V. 1917.) — *Felt, E. P.*, N. Y. State Mus. Bull., Albany, N. Y. **1917**, Nr 198, 276. (Received 16. VIII. 1918.) — *Graber, V.*, Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. **61** (1870). — *Hahmann, C.*, Z. Pflanzenkrkh. **39**, Nr 2, 97—112 (1929). — *Handlirsch, A.*, In: Handbuch der Entomologie von Chr. Schröder **2**; **3**. — *Herrmann, F.*, Jahresbericht der zoologischen Versuchs-Station (Ber. Kgl. Lehranst. f. Obst- u. Gartenbau zu Proskau 1912. Berlin 1913). — *Karny, H. H.*, Ann. Nat. Hist. Mus. Wien **46**, 174. — *Karrer, S.*, Möllers dtsch. Gärtner-Ztg 152—153 (1929). — *Kitzenberg, L.*, Gartenwelt (Illustr. Wbl. ges. Gartenbau **6**, 293—294 (1901—1902). — *La Baume, W.*, Schriftl. naturforsch. Ges. Danzig, N. S. **15**, Nr 3, 144—185 (1920). [Abstract in Z. Pflanzenkrkh. **42**, Nr 1—2, 66 (1922).] — *Ludwig, F.*, Z. Pflanzenkrkh. **13**, 210 (1903) — V. Phytopathologischer Bericht der Biologischen Zentralstelle für die Fürstentümer Reuß ä. u. j. L. über das Jahr 1909. 12 S. Greiz 1909 — Krankheiten und Beschädigungen bei Kulturpflanzen im Jahre 1906. H. 13 (1909) — Berichte über Landwirtschaft. Herausgegeben im Reichsamte des Innern. H. 38 (1916). —

MacDougall, R. S., Trans. Highl. Agric. Soc. Scotland **1932**, 23. — *Mason, F. A.*, Bur. Bio-Technology, Bull. **8**, 262—267 (1923). — *Mayer, K.*, Z. gesundh.-techn. Städtehyg. **26**, Nr 7, 377—384 (1934). — *Miège, E.*, Ann. Service Epithyties Paris **5**, 83—144 (1916—1917). — *Nishikawa, I.*, Rep. Jap. Sericultural Assoc. Tokyo **28**, Nr 324, 50—59 (1919). — *Pape, H.*, Die Praxis der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen an Zierpflanzen. Berlin 1930. — *Parker, T.*, u. *A. W. L.*, Bull. Bur. Bio-Technology **2**, Nr 11—12, 108—109 (1923). — *Ramme, W.*, Berl. entomol. Ztg **57**, 25 (1912) — Zool. Jb., Abt. Anat. u. Ontog. **35** (1913). — *Schoyen, T. H.*, Beretning om skadeinsektenes optreden i landog havebruket i arene 1926 og 1927. (Report on Insects injurious to Agriculture and Horticulture in 1926 and 1927.) 44 S. Oslo 1928. — *Simm, K.*, Choroby i Szkodniki Roslin **1**, Nr 4, 36—42, 1926 (with a Summary in German). — *Sorauer, P.*, Handbuch der Pflanzenkrankheiten **3**, 207 (1913). — *Streiter*, Gartenwelt **1928**, 175 [Abstract in Z. Pflanzenkrkh. **11**, Nr 1—2, 94 (1929); (1930)]. — *Tümpel, R.*, Allg. Z. Entomol. **6** (1901). — *Uvarov, B. P.*, Ent. Mthly. Lond., III. s **1921**, Nr 81, 206–209. — *van Poeteren, N.*, Versl. plantenziektenkdg. Dienst Wageningen **1922**, Nr 27, 92; **1925**, Nr 41, 62; **1928**, Nr 51, 100. — *v. Lengerken*, Das Schädlingsbuch (zur Erkennung und Bekämpfung tierischer Schädlinge). **1932**, 68—69. — *Weber*, Handbuch der Entomologie. Jena 1933. — *Werner, F.*, Z. wiss. Insektenbiol. **17** (1922) — Zool. Anz. **1892**. — *Wolff, M.*, Zbl. Bakter. II **14**, Nr 6/12, 258—262 (1916). — *Wünn, H.*, Z. wiss. Insektenbiol. **5** (**14**), 82—86, 113—120, 163—166. — *Zacher, F.*, Anz. Schädlingsk. **1927**, Nr 3, 33—34.

Lebenslauf.

Am 27. März 1912 wurde ich, *Karl Willi Waldemar Madel*, als einziger Sohn des Willi Madel und seiner Ehefrau Charlotte geb. Springer zu Berlin-Pankow geboren.

Vom Jahre 1918 ab besuchte ich die Oberrealschule zu Berlin-Pankow, die ich nach bestandenem Abitur Ostern 1930 verließ, um am 1. April desselben Jahres in die Lehre zu gehen.

In dem Gartenbaubetrieb des Herrn Max Trautsch in Berlin-Buchholz erlernte ich die Anzucht von Topfpflanzen und den Gemüsebau. Im Februar 1932 bestand ich vor der Landwirtschaftskammer Berlin meine Gehilfenprüfung. Nach beendeter Lehrzeit arbeitete ich vom 1. April bis 31. September 1932 bei der Baumschulen- und Staudenfirma Brucks & Beinroth in Berlin-Niederschönhausen als Gehilfe.

Am 1. November 1932 begann ich das Studium der Naturwissenschaften an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin. Vom 2. Semester ab setzte ich mein Studium an der Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin fort. Unterbrochen wurde die Studienzeit vom November 1934 bis Oktober 1935 durch die Ableistung eines freiwilligen Dienstjahres bei der Reichswehr (18. A./I.-R. Konstanz).

Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Printed in Germany.